

Humboldt-Universität zu Berlin

Dissertation

Untersuchungen zu Milchejektionsstörungen bei erstlaktierenden Kühen

zur Erlangung des akademischen Grades doctor rerum agriculturalarum

Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät

Diplom-Ingenieurin (FH) Katrin Heidig, geb. Erler

Dekan: Prof. Dr. Dr. h. c. Otto Kaufmann

Gutachter: 1. Prof. Dr. Dr. h. c. Otto Kaufmann
2. Prof. Dr. Steffi Geidel

eingereicht: 20.01.2007

Datum der Promotion: 29.06.2007

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, das Auftreten von Milchejektionsstörungen in Produktionsherden zu erfassen und deren Ursachen zu finden. Die Fragestellung wurde in fünf methodisch sehr unterschiedlichen Untersuchungsblöcken bearbeitet, die tierindividuelle Aufzeichnungen zu Kalbung und Verlauf des Einmelkens, Verhaltensbeobachtungen im Vorabkalbezeitraum und Messungen psychophysiologischer Parameter (Herzfrequenz, Elektromyogramm, Hautpotential und Hautwiderstand) während eines Tests auf Stresstabilität sowie während des Einmelkens beinhalteten. Es nahmen 9 sächsische Betriebe an der Untersuchung teil. Die Datenerfassung erfolgte über einen Zeitraum von 20 Monaten in den Jahren 2004 / 2005. Es konnten die Daten von 1767 Färsen erfasst werden.

Es wurden eindeutige Zusammenhänge zwischen dem durch suboptimale Haltungsbedingungen verursachten Wirken sozialer Stressoren in der Tiergruppe und dem Auftreten von MES gefunden. Demnach trat MES verstärkt in Betrieben auf, in denen bereits im Vorfeld der Kalbung eine chronische Stresssituation für die Tiere bestand. Hierbei konnten bei gemischten Färsen – Kuh- Gruppen die Anwesenheit der Altkühe und bei reinen Färsengruppen das zu geringe Platzangebot im Laufbereich als Hauptursache gefunden werden. Die Umstände von Abkalbung und Einmelken sind in den untersuchten Betrieben nicht primäre Ursache von MES, können aber verstärkend oder mildernd wirken. So bewirken Umstellungen kurz vor dem Abkalbetermin, ein langer Verbleib des Kalbes an der Kuh, zu kurze Pausen zwischen der Kalbung und der ersten Melkung sowie gesundheitliche Beschwerden im peripartalen Zeitraum ein Ansteigen des MES-Risikos. Betroffen sind hierbei vor allem stresslabile und rangniedrige Tiere sowie Tiere, die unter Testbedingungen bevorzugt introvertierte Verhaltensweisen (ängstlich, demütig) zeigten. Es bestand kein Unterschied hinsichtlich der Stresstabilität der Herden zwischen den Betrieben. Während des Einmelkens unterschieden sich Tiere mit und ohne MES in ihrem Verhalten und den gemessenen Parametern kaum voneinander. Tiere mit MES zeigen lediglich eine verstärkte Neigung zu Überreaktionen und eingeschränkter Reaktionsfähigkeit bei den elektrodermalen Parametern, wobei die Differenzen häufig nicht statistisch zu sichern waren.

Es konnte keine genetische Veranlagung zur Ausbildung einer MES nachgewiesen werden. Die errechnete Heritabilität lag bei $h^2 = 0,009$.

MES ist somit als ein betriebsspezifisches Problem zu bezeichnen, das in den hier untersuchten Betrieben vor allem haltungsbedingte Ursachen hat.

Abstract

The present study was designed to describe the occurrence and determine the causes of disturbed milk ejection (= MES = Milchejektionsstörung) in production herds. The question was treated in an examination with five parts with difficult methods: record individually courses of calving and the first milkings, observe the behaviour in the last weeks before the calving, measure psychophysiological parameters (heartrate, elektromyogram, skin conduction and electrical skin resistance) during a test of stress sensitivity and during the first milkings and an genetic analysis. Nine saxonian herds were involved. The data record was for 20 months in the years 2004 / 2005 and cover 1767 heifers.

We found clear connections between social strains, they work in the groups of animals and was caused through suboptimal environment, and the occurrence of MES. We found more MES in herds, where animals had a chronical stress situation in the last weeks bevor the calving. The most important stressors are the presence of multiparous cows in mixed groups with cows and heifers and the lack of room for motion in the box when heifers are alone.

The circumstances of calving and the first milkings are not the primary causes of MES in this study, but they can influence this problem. So we found an increase of risk for MES, when

- the time between the transport of animals in the calving box and the calving was too short,
- the calf stayed with the cow,
- the time between the calving and the first milking was too short
- the animal has health problems in the time around the calving.

The animals with the highest risk for MES have low stress resistance are unstable for stress, have a low range in the herd and showed an introverted behaviour (timid, humble) in the test. There was no difference in the stress sensitivity between the herds.

During the first milkings we found just little differents at behaviour and at measured parameters between animals with and without MES. Animals with MES showed a small disposition to overreactions or to restrict the ability of reaction in elektrodermal parameters, but the differences are often not significant.

We couldn't found genetic causes of MES. The heritability was $h^2 = 0,009$.

In conclusion, MES is an herd specific problem. In the herds that were examine, the important causes of MES are suboptimale environment and management of the groups of animals.

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG.....	2
ABSTRACT.....	3
TABELLENVERZEICHNIS.....	7
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	11
1 ZIELSTELLUNG.....	14
2 LITERATUR.....	14
2.1 Funktion des Milchejektionsreflexes.....	14
2.2 Milchejektionsstörung.....	16
2.2.1 Definition und Häufigkeit von Milchejektionsstörungen.....	16
2.2.2 Ursachen und Typen von Milchejektionsstörungen.....	17
2.2.3 Zentrale Hemmung des Milchejektionsreflexes.....	17
2.2.4 Periphere Hemmung des Milchejektionsreflexes.....	19
2.2.5 Faktoren, die die Entstehung einer MES begünstigen.....	20
2.3 Stress als Ursache für Milchejektionsstörungen.....	21
2.3.1 Stress - Definitionen, Konzepte, Grundlagen der Erfassung.....	21
2.3.2 Analyse von Beanspruchung bei der Milchkuh.....	23
2.3.2.1 Gebräuchliche Verfahren zur Erfassung der Beanspruchung.....	23
2.3.2.1.1. Verhalten.....	25
2.3.2.1.2 Herzfrequenz	27
2.3.2.1.3 Elektrodermale Parameter.....	28
2.3.2.2 Stressrelevante Eigenschaften des Tieres.....	30
2.3.2.3 Beanspruchung beim Melken.....	34
2.3.2.3.1 Neuheit der Situation/ unbekannte Melkumgebung.....	34
2.3.2.3.2 Melkverfahren.....	36
2.3.2.3.3 Art / Bauweise / Funktion des Melkstandes.....	36
2.3.2.4 Beanspruchung durch die Haltungsumwelt im Abkalbezeitraum.....	39
2.3.2.4.1 Management der Abkalbung.....	39
2.3.2.4.2 Aufstallung / Rangkämpfe / Gruppenzusammensetzung.....	40
2.3.2.5 Beanspruchung durch den Kontakt mit Menschen.....	43
2.3.2.6 Endogene Faktoren, die Beanspruchung darstellen.....	46
2.3.2.6.1 Milchleistung.....	46
2.3.2.6.2 Krankheit / Beeinträchtigungen.....	46
3 MATERIAL UND METHODE.....	47
4 ERGEBNISSE.....	48
4.1 Untersuchungsblock 1:	
Analyse von Auftreten und Ausprägung der MES sowie der Beziehungen zu systematischen Einflussfaktoren im peripartalen Zeitraum.....	48

4.1.1 Ziel der Untersuchung.....	48
4.1.2 Methode der einzeltierbezogenen Datenerfassung.....	48
4.1.3 Methode der Datenauswertung.....	50
4.1.4 Ergebnisse der einzeltierbezogenen Erfassung.....	53
4.1.4.1 Epidemiologie der Milchejektionsstörung.....	53
4.1.4.2 Einflussfaktoren auf die Ausbildung einer Milchejektionsstörung.....	56
4.1.4.2.1 Kalbesaison.....	56
4.1.4.2.2 Erstkalbealter (EKA).....	57
4.1.4.2.3 Zeitpunkt der Einstellung in den Abkalbebereich.....	58
4.1.4.2.4 Kalbeverlauf.....	60
4.1.4.2.5 Kalbedauer.....	62
4.1.4.2.6 Verbleibedauer des Kalbes bei der Kuh.....	64
4.1.4.2.7 Wartezeit.....	65
4.1.4.2.9 Einfluss des Melkers.....	68
4.1.4.2.11 Medikamentengabe zur Geburt (MED).....	69
4.1.4.3 Auswirkungen von MES	70
4.1.4.3.1 Auswirkung von MES auf die postpartale Fruchtbarkeit	70
4.1.4.3.2 Auswirkung von MES auf die Milchleistung.....	71
4.1.5 Zusammenfassung der Ergebnisse des Untersuchungsblockes 1.....	73
4.2 Untersuchungsblock 2: Verhaltensbeobachtung im Vorabkalbezeitraum.....	74
4.2.1 Zielstellung der Verhaltensbeobachtung.....	74
4.2.2 Methode der Datenerfassung und –aufbereitung.....	74
4.2.3 Ergebnisse der Verhaltensbeobachtung.....	75
4.2.3.1 Rangposition in der Färsengruppe.....	75
4.2.3.2 Belegungsdichte und Gruppenaktivität.....	77
4.2.3.3 Einfluss zusätzlicher Stressoren.....	78
4.2.3.4 Abnorme Verhaltensweisen.....	79
4.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse des Untersuchungsblockes 2.....	80
4.3 Untersuchungsblock 3: Test auf Stresssensibilität.....	80
4.3.1 Zielstellung des Tests.....	80
4.3.2 Methode der Datenerfassung und Aufbereitung.....	80
4.3.3 Datenmaterial und Statistische Methode.....	85
4.3.4 Ergebnisse.....	87
4.3.4.1 Verhalten – Auftreten der Verhaltensklassen und deren Zusammenhang mit gemessenen Parametern	87
4.3.4.2 Elektromyogramm.....	90
4.3.4.4 Hautwiderstand.....	93
4.3.4.5 Herzfrequenz.....	95
4.3.4.6 Anteil stresslabiler Tiere in der Herde.....	96
4.3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse des Untersuchungsblockes 3.....	98
4.4 Untersuchungsblock 4: Stressmessung während des Einmelkens.....	99
4.4.1 Ziel der Messung.....	99
4.4.2 Methode der Datenerfassung und –aufbereitung.....	99

4.4.3 Statistische Auswertung.....	100
4.4.4 Ergebnisse.....	100
4.4.4.1 Deskriptive Statistik.....	100
4.4.4.2 Ereignisse im Umfeld der Tiere während des Einmelkens.....	101
4.4.4.2.1 Klassifizierung der Ereignisse im Umfeld des Tieres.....	101
4.4.4.2.2 Einfluss der Art und Weise des Umganges mit dem Tier durch das Personal.....	102
4.4.4.2.3 Einfluss der Art und Weise der Interaktionen mit Stallgefährten.....	105
4.4.4.2.4 Einfluss der Vorbereitungsdauer.....	107
4.4.4.3 Unterschiede in Verhalten und physiologischer Reaktion während des Einmelkens.....	108
4.4.4.3.1 Häufigkeit des Auftretens von Parameterklassen.....	108
4.4.4.3.2 Individuelle Unterschiede des Regelspektrums der gemessenen Parameter	109
4.4.4.3.3 Überreaktionen während der Messung.....	112
4.4.4.3.4 Fehlende Reaktion auf Umweltreize.....	117
4.4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse des Untersuchungsblockes 4.....	120
4.5 Untersuchungsblock 5: Erbllichkeit von MES.....	121
4.5.1 Zielstellung der Untersuchung.....	121
4.5.2 Material und Methode.....	121
4.5.3 Ergebnis.....	122
5 DISKUSSION.....	122
5.1 Diskussion der Methode.....	122
5.1.1 Datenerfassung mittels Protokoll.....	122
5.1.2 Stressmessung.....	124
5.1.3 Diskussion der angewandten statistischen Methoden.....	127
5.2 Diskussion der Ergebnisse.....	128
LITERATURVERZEICHNIS.....	140
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	153
ANHANG.....	157
DANKSAGUNG / EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG.....	200

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: Unterschiede der Definitionen von Stress.....	.23
TABELLE 2: häufig genutzte Parameter zur Erfassung von Beanspruchung bei Rindern25
TABELLE 3: Mittlere Herzfrequenz von Milchkühen bei unterschiedlichen Aktivitäten (UMSTÄTTER 2002).....28
TABELLE 4: Vergleichende Übersicht über die für Rinder zutreffenden Charakteristika der Vertreter der Coping Strategien (nach KOOLHAAS 1999 und HOFMANN 2001).....35
TABELLE 5: Untersuchungsblöcke, deren Zielstellung und Datenquelle.....	48
TABELLE 6: Einmelkregime und Anzahl der protokollierten Melkungen.....	50
TABELLE 7: Beispiel für die Einstufung der Merkmale „MESMelkung“ und „MESTier“50
TABELLE 8: Definition von MES.....	.51
TABELLE 9: Anzahl erfasster Tiere und deren MESTier-Zuordnung.....	...54
TABELLE 10: Anzahl erfasste Melkungen und deren MESMelkung-Zuordnung.....	54
TABELLE 11: Datengrundlage für das Merkmal „Dauer der MES“	56
TABELLE 12: Datengrundlage für die Berechnung des EKA	58
TABELLE 13: Regressionskoeffizienten B des Erstkalbealters und deren Standardfehler59
TABELLE 14: Datengrundlage (Anzahl Tiere) für das Merkmal Zeitpunkt der Einstellung in den Abkalbebereich60
TABELLE 15: Regressionskoeffizienten B des Einstellungszeitpunktes und deren Standardfehler.....61
TABELLE 16: Anzahl Tiere mit erfasstem Kalbeverlauf je Kalbeverlaufsklasse.....	61
TABELLE 17: Regressionskoeffizienten B des Kalbeverlaufes und deren Standardfehler	63
TABELLE 18: Datengrundlage (Anzahl Tiere) für das Merkmal Kalbedauer	63
TABELLE 19: Regressionskoeffizienten B des Merkmals Kalbedauer und deren Standardfehler.....64
TABELLE 20: Datengrundlage (Anzahl Tiere) des Merkmals „Verbleibedauer des Kalbes an der Kuh“65

TABELLE 21: Regressionskoeffizienten B des Merkmales „Verbleib des Kalbes bei der Kuh“	66
TABELLE 22: Totgeburten und MES-Rate.....	66
TABELLE 23: Datengrundlage (Anzahl Tiere) und betriebliche Mittelwerte des Merkmals Wartezeit	66
TABELLE 24: Betriebliche Mittelwerte und Standardabweichung des Merkmales Wartezeit.....	67
TABELLE 25: Regressionskoeffizienten B des Merkmales Wartezeit und deren Standardfehler.....	67
TABELLE 26: Datengrundlage (Anzahl Tiere) für das Merkmal „krank“.....	68
TABELLE 27: Regressionskoeffizienten B des Merkmales „krank“ und deren Standardfehler.....	69
TABELLE 28: Datengrundlage des Merkmals Erster Melker (Anzahl Melkungen pro MESTier - Klasse zur ersten Melkzeit).....	69
TABELLE 29: Regressionskoeffizienten B des Faktors „Erster Melker“ und deren Standardfehler.....	70
TABELLE 30: Datengrundlage (Anzahl Tiere) des Merkmals MED	70
TABELLE 31: Regressionskoeffizienten des Faktors MED.....	71
TABELLE 32: Datengrundlage (Anzahl Tiere) und Mittelwerte des Merkmals.....	71
TABELLE 33: Auswirkung von MES auf den Besamungserfolg.....	72
TABELLE 34: Anzahl eingestufte Tiere und MES-Rate in Abhängigkeit vom Rang.....	76
TABELLE 35: Datengrundlage des Merkmales Belegungsdichte und deren Beziehung zum Auftreten von MES.....	78
TABELLE 36: Ablauf des Testes zur Klassifizierung der Färsen hinsichtlich ihrer Stresssensibilität.....	82
TABELLE 37: Datengrundlage (Anzahl Tiere) des Stresstests.....	87
TABELLE 38: Deskriptive Statistik der gemessenen Parameter.....	87
TABELLE 39: Mittelwertvergleich des Parameters Elektromyogramm-Regelgüteniveau	91
TABELLE 40: Mittelwertvergleich des Parameters Hautpotential-Regelgüteniveau.....	93
TABELLE 41: Mittelwertvergleich des Parameters Hautwiderstand-Regelgüteniveau.....	94
TABELLE 42: Mittelwertvergleich des Parameters Herzfrequenz.....	96

TABELLE 43: Prozentualer Anteil der Tiere mit unterschiedlicher Belastbarkeit im Test beim Parameter Regulationsgüteniveau des Hautpotentials.....	99
TABELLE 44: Prozentualer Anteil der Tiere einer Belastbarkeitsstufe pro MESTier- Klasse (Parameter Regelgüteniveau des HP).....	99
TABELLE 45: Deskriptive Statistik der erfassten Daten.....	101
TABELLE 46: Datengrundlage (Anzahl Tiere) der Messungen während des Einmelkens	102
TABELLE 47: Klassifizierung der im Umfeld des Tieres auftretenden Ereignisse.....	102
TABELLE 48: Ausprägung der erfassten Parameter in Abhängigkeit von der Art des Umganges mit dem Tier durch das Personal in Betrieb 1.....	105
TABELLE 49: Ausprägung der erfassten Parameter in Abhängigkeit von der Art des Umganges mit dem Tier durch das Personal in Betrieb 2.....	105
TABELLE 50: Beziehung zwischen negativem Umgang des Personals mit den Tieren vor und während des Melkens und Auftreten von MES bei der Melkung.....	106
TABELLE 51: Ausprägung der erfassten Parameter in Abhängigkeit von der Art der Interaktionen mit Stallgefährten in Betrieb 1.....	107
TABELLE 52: Ausprägung der erfassten Parameter in Abhängigkeit von der Art der Interaktionen mit Stallgefährten in Betrieb 2.....	107
TABELLE 53: Beziehung zwischen negativen Interaktionen mit Stallgefährten vor und während des Melkens und dem Auftreten von MES bei der Melkung.....	108
TABELLE 54: Datengrundlage und Mittelwertvergleich für die „Vorbereitungsdauer“ in Abhängigkeit des Auftretens von MES während der Melkung.....	109
TABELLE 55: Datengrundlage des Parameters „normaler Regelbereich“	111
TABELLE 56: Mittelwerte der Ober- und Untergrenze des Parameters „normaler Reaktionsbereich“ in Abhängigkeit des Auftretens von MES beim Tier und bei der Melkung.....	112
TABELLE 57: Messabschnitte für das Auszählen von Regelspitzen während des Einmelkens.....	114
TABELLE 58: Zuordnungsraten von auftretenden Regelspitzen.....	117
TABELLE 59: Zuordnung von auftretenden Regelspitzen zu deren Ursache (Angaben in % der zuordenbaren Regelspitzen).....	118

TABELLE 60: Beziehung zwischen dem Auftreten von MES zur Melkung und der überwiegenden Nutzung eines einzelnen Regelgüteniveaus durch die Tiere im Messabschnitt „Melken“	120
TABELLE 61: Mittelwerte und Standardfehler des Merkmals „Erstarren“ der Regelung in Abhängigkeit zur MESTier-Klasse.....	120
TABELLE 62: Mittels Protokoll und durch den Betrieb als MES-positiv eingestufte Tiere	124
TABELLE 63: Anteil der Messungen mit Anfangswerten oberhalb bzw. außerhalb des „normalen Regelbereiches“* (durch Umlegen des Gurtes ausgelöste Beanspruchung).....	127
TABELLE 64: Subjektive Einstufung der Haltungsbedingungen der Färsen (+ => gering belastend, 0 => normal belastend, - => stark belastend).....	130

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: Milchejektionsreflexbogen in Anlehnung an ENGELHARDT und BREVES.....	15
ABBILDUNG 2: Anteil der Melkungen mit nicht eindeutig zuordenbarem MES-Status im Verlauf des Einmelkens.....	55
ABBILDUNG 3: MES-Rate im Verlauf des Einmelkens.....	55
ABBILDUNG 4: Mittlere Dauer der MES in Tagen (mit Standardfehler).....	57
ABBILDUNG 5: Saisonaler Verlauf von MES in Betrieb 1	57
ABBILDUNG 6: Saisonaler Verlauf von MES in Betrieb 2.....	58
ABBILDUNG 7: Mittleres Erstkalbealter je MES-Klasse und MES-Rate	59
ABBILDUNG 8: Auftreten von MES in Abhängigkeit vom Einstellungszeitpunkt.....	60
ABBILDUNG 9: Mittlere Kalbeverlaufsklasse pro Betrieb	62
ABBILDUNG 10: Auftreten von MES in Abhängigkeit vom Kalbeverlauf	62
ABBILDUNG 11: Mittlere Kalbedauer in Stunden	64
ABBILDUNG 12: Mittlere Kalbedauer in Abhängigkeit vom Auftreten von MES	64
ABBILDUNG 13: Mittlere Verbleibedauer des Kalbes an der Kuh in Abhängigkeit vom Auftreten von MES.....	65
ABBILDUNG 14: Mittlere Wartezeit in Abhängigkeit vom Auftreten von MES	67
ABBILDUNG 15: Gesundheitliches Befinden im Abkalbezeitraum in Abhängigkeit vom Auftreten von MES.....	68
ABBILDUNG 16: Beziehungen von MES-Status und Milchleistung im Laktationsverlauf in Betrieb 1.....	73
ABBILDUNG 17: Beziehungen von MES-Status und Milchleistung im Laktationsverlauf in Betrieb 2.....	73
ABBILDUNG 18: Beziehungen von MES-Status und Milchleistung im Laktationsverlauf in Betrieb 6.....	73
ABBILDUNG 19: Beziehungen von MES-Status und Milchleistung im Laktationsverlauf in Betrieb 7.....	74
ABBILDUNG 20: Mittlere Anzahl der Attacken durch Gruppenmitglieder in Abhängigkeit vom Rang der Färse im Vorabkalbebereich von Betrieb 1	77

ABBILDUNG 21: Durchschnittliche Gruppenaktivität in Betrieb 1.....	79
ABBILDUNG 22: Durchschnittliche Gruppenaktivität in Betrieb 2.....	79
ABBILDUNG 23: Monatliche MES-Rate im Vergleich zur Anzahl monatlicher Färsenkalbungen.....	80
ABBILDUNG 24: Messgurt mit Sensoren.....	83
ABBILDUNG 25: Prinzip der Charakterisierung des Zustandes eines Regelsystems anhand seiner Periodenlänge (nach HECHT und BALZER 1999).....	85
ABBILDUNG 26: Beispiele für die Häufigkeitsverteilungen der Periodenlängen bei Regelzuständen eines gesunden Individuums.....	85
ABBILDUNG 27: Periodensystem der Regelzustände (BALZER 2003).....	86
ABBILDUNG 28: Histogramme der gemessenen Parameter.....	87
ABBILDUNG 29: prozentualer Anteil der Verhaltensklassen an der Testzeit	89
ABBILDUNG 30: Beziehung zwischen der Verhaltensklasse und den gemessenen Parametern	89
ABBILDUNG 31: Prozentualer Anteil der Verhaltensklasse an der Testzeit nach Betrieb	90
ABBILDUNG 32: Regelgüteniveau des Elektromyogramm während des Testverlaufes ...	92
ABBILDUNG 33: Regelgüteniveau des Hautpotentials während des Stresstests	93
ABBILDUNG 34: Regelgüteniveau des Hautwiderstandes während des Stresstests	95
ABBILDUNG 35: Herzfrequenz während des Stresstests	97
ABBILDUNG 36: Typische Kurvenverläufe bei unterschiedlicher Belastbarkeit während des Tests (Parameter Regulationsgüteniveau des Hautpotentials).....	98
ABBILDUNG 37: Histogramm des Merkmales Vorbereitungsdauer (Betriebe 1 und 2). 	108
ABBILDUNG 38: Beziehung zwischen der Vorbereitungsdauer und dem Auftreten von MES während der Melkung (mit Standardfehler).....	109
ABBILDUNG 39: Häufigkeitsverteilung der Verhaltensklassen im Messabschnitt „Melken“ in Betrieb 2.....	110
ABBILDUNG 40: Häufigkeitsverteilung der Regelgüteniveaus des Hautpotentials im Messabschnitt „Melken“ in Betrieb 2.....	110
ABBILDUNG 41: Beispiel für das Auszählen von elektrodermalen Parametern.....	111
ABBILDUNG 42: Beispiel für das Auszählen von Herzfrequenzmessungen.....	111

ABBILDUNG 43: Randomisierte Mittelwerte der Regelspitzendichte in Betrieb 1 (mit Standardfehler).....	116
ABBILDUNG 44: Randomisierte Mittelwerte der Regelspitzendichte in Betrieb 2 (mit Standardfehler).....	116
ABBILDUNG 45: Beispiel für eine „erstarrte“ Regelung der physiologischen Parameter während des Melkprozesses.....	119
ABBILDUNG 46: Mittelwert und Standardfehler der Anzahl der Regelgüteniveauwechsel pro Stunde während des Melkens.....	121
ABBILDUNG 47: Vergleich der Ergebnisse hinsichtlich der Beziehung zwischen Verhaltensklasse und Hautpotential in unterschiedlichen Versuchstadien.....	126

1 Zielstellung

Seit etwa fünf Jahren wird ein Ansteigen des Auftretens von Milchejektionsstörungen (MES) bei erstlaktierenden Kühen beobachtet. Drei daraufhin durchgeführte Erhebungen in sächsischen Milchviehbetrieben bestätigten diese Beobachtungen. Beunruhigend war vor allem das Ausmaß des Problems: 24% von 271 Betrieben berichteten über MES bei mehr als 10 % der abkalbenden Färsen (=MES-Rate). Die höchsten Angaben lagen bei mehr als 40 % MES-Rate. In den meisten Fällen traten Milchejektionsstörungen während der ersten Melkungen nach der Kalbung auf. Die Erhebungen ergaben zudem, dass möglicherweise haltungsbedingte Stressoren die Ursache des Anstiegs sein könnten. Aus der Literatur ist bekannt, dass Stress, vor allem emotionaler Stress, MES auslösen kann.

Ziel dieser Untersuchung ist es daher, einzeltierbezogen im peripartalen Zeitraum mögliche Ursachen für MES zu identifizieren. Dazu sollen folgende Aspekte untersucht werden:

- Bestehen Beziehungen zwischen systematisch auftretenden Stressoren während der Abkalbung und des Einmelkens und dem Auftreten von MES ?
- Bestehen Beziehungen zwischen im Vorfeld der Kalbung wirkenden Stressoren bzw. dem sozialen Status eines Tieres und dem Auftreten von MES ?
- Beeinflusst die Stressstabilität eines Tieres dessen MES-Risiko ?
- Bestehen Beziehungen zwischen beim Einmelken tierspezifisch auftretenden Stressoren, der individuellen Reaktion des Tieres und dem Auftreten von MES ?
- Ist das Auftreten von MES genetisch bedingt ?

2 Literatur

2.1 Funktion des Milchejektionsreflexes

Als Milchejektion wird das aktive Auspressen der Milch aus den Alveolen in die Euterzisterne durch Kontraktion der Korbzellen und Transport durch die Milchgänge verstanden. Eingeleitet wird die Milchejektion durch taktile Reize an den Druckrezeptoren der Euter- und Zitzenhaut während des Saugens des Kalbes bzw. des Anrüstens vor dem Melken, die einen unbedingten, vom Tier nicht bewusst steuerbaren Reflex, den Milchejektionsreflex auslösen (MIELKE et al. 1963, 1992; BRUCKMAIER 2001a). Der Reflexbogen (Abbildung 1) umfasst einen nervalen (afferenten) und einen humoralen (efferenten) Schenkel. Der von den Druckrezeptoren am Euter wahrgenommene Reiz wird über das Rückenmark und den Hirnstamm zum Hypothalamus geleitet und bewirkt dort die vermehrte Ausschüttung von Oxytocin aus dem Hypophysenhinterlappen in die Blutbahn (MIELKE und BRABANDT 1963). Bei taktile Stimulation der Zitzen erhöht sich der Oxytocinspiegel im Blut von ca. 1-3 pg/ml Basalwert auf 10-100 pg/ml, wobei es große individuelle Schwankungen sowohl beim Basalwert als auch beim Anstieg gibt (BRUCKMAIER 2000a).

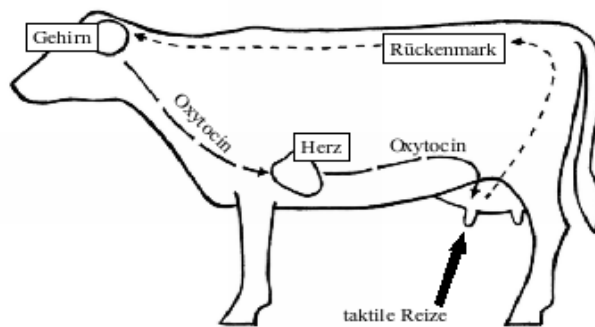


Abbildung 1: Milchejektionsreflexbogen in Anlehnung an ENGELHARDT und BREVES (2000)

Über die Blutbahn erfolgt der Transport des Oxytocin zum Euter. Die Latenzzeit zwischen der Reizung der Druckrezeptoren in der Zitze und dem Wirksamwerden des Oxytocin am Euter ist tierspezifisch und variiert auch in Abhängigkeit der Reizintensität, wobei bei der Mehrzahl der Quellen im Mittel etwa 1 Minute angegeben wird (u.a. MIELKE 1963b, TRÖGER 1978, BRUCKMAIER 2000a, WEISS et al. 2003, DZIDIC et al. 2004, WEISS et al. 2005, MAČUHOVÁ et al. 2003).

Oxytocin bindet an Rezeptoren der glatten, korbformig um die Alveolen angeordneten Muskulatur (Korbzellen, Myoepithel) und bewirkt dort eine Kontraktion. Es kommt zum Zusammenpressen der Alveolen und dadurch zu einem Ausdrücken der Alveolarmilch in die Milchgänge (ELY und PETERSEN, 1941). Nach NEUHAUS (1956) besteht bei der Kuh kein Zusammenhang zwischen der Höhe des Oxytocinspiegels im Blut und der Stärke der Milchejektion mehr, sobald ein Schwellenwert, der etwa der Gabe von 5 IE exogenem Oxytocin entspricht, überschritten wird. BRUCKMAIER (2000a) geht davon aus, dass bei einem Anstieg des Oxytocinspiegels im Blut auf etwa das Dreifache des individuellen Basalwertes eine maximale Kontraktion der Korbzellen erfolgt. Es verbleibt dabei ein Rest an Milch in den Alveolen und kleinen Milchgängen, der durch Kapillarkräfte gebunden ist und nicht ermolken werden kann. Dieser Anteil wird als Residualmilch bezeichnet (TRÖGER 1978, BRUCKMAIER 2001). Die absolute Menge und der Anteil der Residualmilch am Gesamtgemelk variiert zwischen den Melkungen eines Tieres. TRÖGER (1978) ermittelte Variationskoeffizienten von bis zu 74 % bei der absoluten Residualmilchmenge und bis zu 172 % beim Residualmilchanteil. Dadurch schwankt auch die Menge und der Anteil der bei normaler Milchejektion ermelkbaren Milchantteile (Zisternen- und Alveolarmilch). SCHULZ und PETZOLD (2000) gehen jedoch davon aus, dass bei normaler und vollständiger Milchejektion der Residualmilchanteil weniger als 20 % des Gesamtgemelkes beträgt.

Die Milchejektion erfolgt nicht in jedem Fall nach der ersten Euterstimulation vollständig. MIELKE (1963) konnte feststellen, dass auch fraktionierte Milchejektionen auftreten, also im Verlauf des Melkens die Ejektion mehrerer kleiner Portionen von Alveolarmilch erfolgt. Er sieht die Ursache hierfür in einem fraktionierten Oxytocinausstoß durch ungenügende Reizung der Druckrezeptoren in der Zitze während der Eutervorbereitung bzw. durch fortwährende Reizung während des (Hand-) Melkens.

Eine Oxytocinausschüttung und dadurch eine Milchejektion kann ebenfalls durch die Stimulation von Druckrezeptoren im Bereich der Vagina und des Zervix ausgelöst werden, beispielsweise beim Deckakt bzw. der Besamung. Die dadurch ausgelöste Milchejektion ist aber in den meisten Fällen unvollständig (SCHULZ und PETZOLD 2000).

SCHULZ und PETZOLD (2000) merken an, dass es bei festen Melkroutinen bei Einzeltieren zur Ausbildung von bedingten Reflexen kommen kann, so dass bereits Geräusche oder Arbeitsabläufe, die das Tier mit dem Melken verbindet, zu einer Milchejektion führen. Aber auch diese Milchejektion ist meist unvollständig und der bedingte Reflex ist selten über längere Zeit stabil. Damit bestätigen sie Ergebnisse von KOKORINA (1956).

Im Gegensatz dazu spricht BRUCKMAIER (2000a) nur von einer Tonuslockerung des Zitzenschließmuskels, die durch bedingte Reflexe ausgelöst wird. Das daraufhin erfolgende Abtropfen der Milch hat seiner Meinung nach nichts mit Milchejektion zu tun.

2.2 Milchejektionsstörung

2.2.1 Definition und Häufigkeit von Milchejektionsstörungen

Unter Milchejektionsstörung versteht man den völligen Ausfall oder den unvollständigen Ablauf der Milchejektion bei sachgerechtem Melken, Saugen des Kalbes oder anderen adäquaten Stimulationen der Nervenrezeptoren der Zitzen und des Drüsenkörpers des Euters (MIELKE et al. 1963a, 1992).

In geringen Häufigkeiten traten solche Fälle von Milchejektionsstörungen (MES) schon immer auf, meist in Verbindung mit auf die Tiere belastend wirkenden Faktoren, wie z.B. ungewohntes Melken, Umstellung, Trennung vom Kalb oder das Auftreten akuter Mastitiden. Eine der frühen Arbeiten zur Thematik stammt von NUESCH (1904) aus der Schweiz. BRUCKMAIER et al. (1992) fanden in der Schweiz bei 1 % der Färsen MES. Im Jahr 2000 gaben SCHULZ und PETZOLD (2000) für den durch sie beobachteten Tierbestand mit etwa 650 sächsischen Färsen pro Jahr bereits eine Auftretenshäufigkeit von 2-10 % der Färsen an, wobei es große Unterschiede zwischen den Betrieben gab und auch jahreszeitliche Schwankungen im Auftreten von MES beobachtet wurden. KRAETZL et al. (2001a) fanden ebenfalls MES-Raten von mehr als 10 %.

In Sachsen wurden zwei Erhebungen durchgeführt, in die Daten von 17 bzw. 42 Herden einfließen (TRÖGER und DELLING 2002, THÜMLER 2003). Die Ergebnisse gaben Anlass,

eine weitere Erhebung mit größerem Datenumfang und erweitertem Fragenkatalog durchzuführen (GEIDEL et al. 2005), bei der 271 Betriebe in die Wertung eingingen. Es konnte festgestellt werden, dass die von Praxisbetrieben gemachte Beobachtung eines Anstiegs der Häufigkeit von MES zutrifft. Nur 28 % der Betriebe kannten das Problem nicht. Ein Viertel der Betriebe gaben MES-Raten von mehr als 10% an.

2.2.2 Ursachen und Typen von Milchejektionsstörungen

Als Ursachen für eine MES vermuten MIELKE & BRABANT (1963) und SCHULZ und PETZOLD (2000) folgende Unterbrechungen des Reflexbogens:

- Dysfunktion der nervalen Rezeptoren für den Anrüstreiz im Euter und/oder Unterbrechung des afferenten Nervenweges vom Euter zur Hypophyse
- Störungen im Hypothalamus-Hypophysen-System, die zur Hemmung von Bildung, Speicherung, Transport und/oder Abgabe von Oxytocin führen
- Adrenerge Blockade bzw. Ausschüttung von der Wirkung des Oxytocin antagonistisch gegenüberstehen endogenen Opiaten bei Angst, Schmerz oder anderer Beanspruchung
- Störung der Funktionen der Myoepithelien (z.B. bei Mastitiden)

BRUCKMAIER et al. untersuchten in den letzten Jahren physiologische Wirkmechanismen, die zu einer Hemmung des Milchejektionsreflexes führen bzw. mit denen sich eine solche Hemmung überwinden lässt (WELLNITZ et al. 1999; KRAETZL et al. 1999; KRAETZL et al. 2001a und b; INDERWIES 2001; INDERWIES 2003).

Nach dem Teil des Reflexbogens, der gehemmt wird, teilt BRUCKMAIER, basierend auf eigenen Arbeiten sowie denen von MIELKE (1963, 1992) und MIELKE und BRABANDT (1963) die Milchejektionsstörungen in zwei grundsätzliche Typen ein: die zentrale und die periphere Hemmung der Milchejektion. In den folgenden Abschnitten soll typenspezifisch auf die physiologischen Mechanismen, die zur Entstehung einer MES führen, eingegangen werden.

2.2.3 Zentrale Hemmung des Milchejektionsreflexes

KRAETZL et al. (2001a) konstatieren, dass es sich bei den von ihnen in der Praxis beobachteten MES-Fällen bei allen Tieren um eine zentrale Hemmung handeln muss, da eine Anhebung des Oxytocingehaltes im Blut durch exogene Oxytocingaben zu einer Milchejektion führt.

Bei einer zentralen Hemmung des Milchejektionsreflexes steigt der Oxytocinspiegel des Blutes nicht oder nur gering an. Grund dafür ist die fehlende oder zu geringe Ausschüttung von Oxytocin aus der Hypophyse. Die Hemmung erfolgt auf zentralnervaler Ebene (WELLNITZ et al. 2001; SCHULZ und PETZOLD 2000). Der Hypothalamus als zentrales Steuerungsorgan der Hormonausschüttung wird seinerseits von mehreren Hirnregionen beeinflusst. Kognitive, emotionale und physiologische Prozesse beeinflussen den Hypothalamus und werden von ihm

beeinflusst. Auf das Individuum wirkende Reize werden nicht in einem einfachen „Reiz-Reizantwort-Einbahnstraßensystem“ verarbeitet, sondern lösen einen komplex wirkenden Regelmechanismus aus. Die Verknüpfung des Hypothalamus mit emotionalen, kognitiven und physiologischen Prozessen bewirkt, dass die Hormonproduktion der Hypophyse, also auch die Oxytocinbildung und -ausschüttung, von all diesen Prozessen beeinflussbar ist. So ist bekannt, dass es unter Einwirkung von Stress, besonders emotionalem Stress, zu einer Hemmung oder Minderung der Oxytocinausschüttung kommen kann. Verschiedene Autoren ermittelten niedrigere Oxytocinwerte im Blut, z.T. in Verbindung mit dem Auftreten von MES, bei:

- Separation des Kalbes von der Kuh nach abgeschlossener Säugeperiode
- Neuheit des Melkens bzw. Umstellung auf ungewohntes Melkregime (Saugen => Maschinelles Melken bzw. maschinelles Melken => Saugen)
- Ansetzen fremder Kälber an die Kuh
- Wechsel in ungewohnte Umgebung
- Auftreten von Kriechströmen beim Melken

(TANČIN et al. 2001a und b, KRAETZL et al. 2001b, LUPOLI et al. 2001, WELLNITZ et al. 2001, HENKE DRENKARD et al. 1985, LEFCOURT et al. 1985).

In den Erhebungen von THÜMLER (2003) und GEIDEL et al. (2005) konnten als mögliche Ursachen für erhöhte MES-Raten nachgewiesen werden:

- Verbleibedauern der Kälber an der Mutter von mehr als einem Tag
- Einsatz mechanischer Treiber im Vorwartehof
- Herden von mehr als 40 und weniger als 800 Tieren (nur GEIDEL et al. 2005)
- Kühe und Färsen im pränatalen Zeitraum zusammen in der Box (nur GEIDEL et al. 2005)
- Abkalbung in Einzelabkalbeboxen (nur GEIDEL et al. 2005).

Das Milchleistungsniveau der Herde hatte keinen Einfluss auf die MES-Rate (GEIDEL et al. 2005).

Nachteil beider Erhebungen war, dass die Definition von MES durch den Betrieb selbst vorgenommen wurde und zwischen den Betrieben stark differierte. Zudem konnten keinerlei tierspezifische Daten erhoben werden. Es ließ sich jedoch aus den Ergebnissen schlussfolgern, dass die Ursachen von MES möglicherweise in haltungsbedingten Stressoren zu suchen sind.

Die Laktationsforschung beschäftigt sich bezüglich MES derzeit vor allem mit den durch Stress hervorgerufenen physiologischen Abläufen und deren Einfluss auf die Oxytocinausschüttung bzw. -wirkung. Dabei erwies sich, dass die von anderen Tierarten bzw. aus dem Humanbereich bekannten Zusammenhänge häufig nicht auf Kühe anwendbar sind. So konnte der Zusammenhang zwischen emotionalem Stress, dem daraufhin erfolgenden Anstieg des Adrenalin-/Noradrenalinpiegels im Blut und einer dadurch ausgelösten Milchejektionsstörung, der bei Ratten und Schafen gefunden wurde, bei Kühen nicht bestätigt werden. Das Auftreten

von MES war nicht mit einem Anstieg der Katecholamine verbunden (WELLNITZ et al. 2001). Der Cortisolspiegel, ein in der Stressforschung häufig genutzter Parameter zur Erfassung von emotionaler Beanspruchung, steigt während des maschinellen Melkens generell leicht an (WELLNITZ et al. 2001). Dieser Anstieg erfolgt nicht während des Saugaktes des Kalbes (LUPOLI et al. 2001). Allerdings ist dieser leichte Cortisolanstieg nicht auf die Ausschüttung von ACTH, wie sie unter akutem Stress erfolgt, zurückführbar (TANČIN et al. 2000). Die Ursachen für den generellen Cortisolanstieg beim maschinellen Melken sind noch unklar. Fest steht jedoch, dass er nicht Ursache für MES ist. Durch die zusätzliche Gabe von exogenem Cortisol konnte ebenfalls keine MES ausgelöst werden (WELLNITZ et al. 2001 a).

In Belastungssituationen werden endogene Opioide in die Blutbahn abgegeben, die stressmindernde Wirkung und somit eine Schutzfunktion haben. Ein Opioidanstieg in Belastungssituationen ist auch für Kühe nachgewiesen. Von exogenen Opioiden (Morphin) ist bekannt, dass sie sicher MES auslösen, wobei sich die Morphinwirkung mittels Gabe eines Opioid-Antagonisten (Nalaxone) bei Mäusen und Ziegen wieder rückgängig machen lässt. Bei Kühen konnten MES dagegen nicht oder nur zum geringen Teil mittels Nalaxone behoben werden, woraus geschlossen wird, dass bei Kühen endogene Opioide nicht die Hauptursache für MES sein können. Die Ursachen der Unterschiede zwischen den Tierarten wird in differierenden Eigenschaften der Blut-Hirn-Schranke und unterschiedlichen Wirkmechanismen im Hirn (z.B. der Rezeptorenempfindlichkeit) vermutet (WELLNITZ et al. 2001).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass derzeit lediglich Zusammenhänge zwischen niedrigem Oxytocinspiegel im Blut und dem Auftreten von MES sowie zwischen emotionalem Stress und dem Auftreten von MES gesichert sind. Die psychophysiologischen Mechanismen, die zu einem MES auslösenden erniedrigten Oxytocinwert führen, sind nach wie vor unklar.

2.2.4 Periphere Hemmung des Milchejektionsreflexes

Hierzu muss zunächst gesagt werden, dass das Auftreten einer MES durch periphere Hemmung der Oxytocinwirkung in der Praxis nicht belegt ist. Vielmehr konnte eine periphere Hemmung bisher nur unter Laborbedingungen erzeugt und analysiert werden. Bei einer peripheren Hemmung des ME-Reflexes ist im Blut ein genügend hoher Oxytocinspiegel vorhanden, um eine Milchejektion auszulösen. Trotzdem kommt es nicht oder nur teilweise zu einer Kontraktion der Korbzellen. Zusätzliche Gaben von exogenem Oxytocin dürften deshalb auch keine Behebung der MES zur Folge haben. Färsen mit MES sprechen jedoch erfahrungsgemäß gut auf exogene Oxytocingaben an.

Als Ursachen für eine periphere Hemmung wurde von WELLNITZ et al. (2001) zunächst ein Zusammenziehen der Blutgefäße aufgrund von stressbedingter Ausschüttung von Katecholaminen vermutet. Die dadurch gedrosselte Blutzufuhr zum Euter würde verhindern, dass das Oxytocin die Rezeptoren der Korbzellen erreicht. Allerdings ist die Blutzufuhr nie

völlig unterbunden. Es käme somit trotzdem, wenn auch verzögert, zu einer Milchejektion. Das konnte im Rahmen eines Versuches, bei dem zuerst mittels Gabe von Katecholaminen eine MES erzeugt wurde, nicht bestätigt werden. Die MES lies sich mit den anschließend verabreichten sehr hohen Oxytocindosen nicht rückgängig machen, woraus geschlussfolgert wird, dass eine Verengung der Blutgefäße nicht die maßgebliche Ursache einer peripheren Hemmung sein kann.

Auch eine Stimulation von Rezeptoren im Euter- und Zitzengewebe durch Adrenalin wurde als mögliche Ursache einer MES untersucht. Man unterscheidet hierbei α - und β -adrenerge Rezeptoren, wobei eine Stimulation der ersteren zu einer Erhöhung des Milchflusses durch Kontraktion, eine Stimulation der letzteren zu einem Absinken des Milchflusses durch Entspannung der glatten Muskulatur in Euter und Zitze führt. Dieser Mechanismus bewirkt z.B., dass in der Zwischenmelkzeit die Zisternenmilch nicht abläuft.

Allerdings führten exogene Gaben eines α -adrenergen Agonisten nicht zu einer Beeinträchtigung des Milchflusses der Zisternenmilch, wohl aber zu einer Hemmung des Milchflusses der Alveolarmilch. Das veranlasste die Autoren zu der Vermutung, dass die Ursache der Hemmung nicht im Zusammenziehen der Zitzenmuskulatur, sondern in einem Zusammenziehen der glatten Muskulatur rund um die großen Milchgänge zu suchen ist. Allerdings ist hier die Rezeptordichte so gering, dass die Autoren ein Auftreten dieser Art der MES unter Praxisbedingungen für unwahrscheinlich halten.

Untersuchungen zur Wirkung der β -adrenergen Rezeptoren, den „Gegenspielern“ der α -adrenergen Rezeptoren (Stimulation führt zur Entspannung der glatten Muskulatur in Euter und Zitze) ergaben keinen Einfluss auf die Entstehung einer MES (WELLNITZ et al. 2001).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass zwar Mechanismen zur Erzeugung einer peripheren Hemmung der Oxytocinwirkung bekannt sind, diese aber keine Relevanz für die in der Praxis auftretenden Fälle von MES besitzen.

2.2.5 Faktoren, die die Entstehung einer MES begünstigen

Wie in diesem Abschnitt dargestellt, befasst sich die Forschung mit dem Problem MES bisher fast ausschließlich aus physiologischer Sicht und untersucht die endogenen Prozesse, die eine MES auslösen. Wenig untersucht wird hingegen, welche äußeren Faktoren dazu führen, dass diese Prozesse ausgelöst werden. Zwar ist bekannt, dass Belastungssituationen verschiedenster Art MES zur Folge haben können. Standardisierte Belastungssituationen werden z.B. bei der experimentellen Erzeugung einer MES häufig genutzt (TANČIN et al. 2001a und b, KRAETZL et al. 2001b, WELLNITZ et al. 2001, LUPOLI et al. 2001). Allerdings war die Belastungssituation selbst im Zusammenhang mit MES nie Gegenstand der Untersuchung. Die Tatsache, dass MES anscheinend ein betriebsspezifisches Problem ist, legt jedoch die Vermutung nahe, dass ein Anstieg der MES-Raten durch im Betrieb wirkende exogene Faktoren bedingt sein könnte. Erste Untersuchungen zu diesem Aspekt wurden von TRÖGER und

DELLING (2002), THÜMMLER (2003) und GEIDEL et al. (2005) vorgelegt. Die dabei gewählte Form der Umfrage ermöglichte einen ersten Überblick, jedoch keine fortlaufende einzeltierbezogene Datenerfassung. Ebenso war die Definition der Tiere (MES positiv oder negativ) nicht einheitlich, da jeder Betrieb selbst definiert. Es war somit nicht möglich, kausale Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von MES und einzeltierspezifisch wirkenden Umweltfaktoren zweifelsfrei herzustellen.

2.3 Stress als Ursache für Milchejektionsstörungen

2.3.1 Stress - Definitionen, Konzepte, Grundlagen der Erfassung

Es gibt in der Literatur sehr viele unterschiedliche Stressdefinitionen. Bereits 1989 wurden von SCHEUCH und SCHREINICKE mehr als 200 gezählt. Die Art und Weise der Definition wird im Wesentlichen vom Fachgebiet bestimmt, von dem aus man sich dem Problem Stress nähert.

Die „klassischen“ Stresstheorien und Definitionen, von denen aus alle aktuellen Definitionen entwickelt wurden, sind:

- Notfallsyndrom nach CANNON (1929)
- Stresstheorie nach SELYE (1936)
- Stresstheorie nach LEVI (1974)
- Stresstheorie nach LAZARUS (1966)
- Stresskonzept nach McGRATH (1970)
- Person-Environment-Fit-Konzepte (Person-Umwelt-Anpassungskonzepte)
- Life-event-Theorie

Grundsätzlich unterscheiden sich die Stressdefinitionen dieser Theorien in den in Tabelle 1 dargestellten Punkten. Eine einheitliche, allgemeingültige Definition von Stress gibt es nicht und nicht jede Definition enthält sämtliche heute bekannten Aspekte von Stress. Die vorliegende Arbeit hält sich an die Definition von HECHT und BALZER (1999):

Stress = zeitweilige oder permanente Veränderungen der psychobiologischen Homöostase, wobei unter Homöostase das dynamische Gleichgewicht des gesamten Regulationssystems eines Individuums zu verstehen ist.

Die Autoren unterscheiden in eine physiologische Form des Stresses (Eustress) und eine pathologische Form (Distress). Nach dieser Definition wird als Stress somit die Reaktion des Individuums bezeichnet. Synonym dafür wird häufig der Begriff „Beanspruchung“ benutzt. Die Ursache des Stresses wird als „Stressor“ oder „Belastung“ bezeichnet und kann exogener und endogener Natur sein.

Tabelle 1: Unterschiede der Definitionen von Stress

Kriterium	Stress =		
Wesen des Stressors	Umwelteinfluss der beim Individuum zu einer Reaktion führt CANNON (1929)	Reaktion des Individuums SELYE (1936), LEVI (1974), LAZARUS (1966) HECHT und BALZER (1999)	Wechselwirkung zwischen Individuum und Umwelt MCGRATH (1970), Person-Environment-Fit-Konzepte
Stärke des Reizes / Stressors	generell jeder Reiz, der beim Individuum eine Anpassungsreaktion auslöst SELYE (1936), HECHT und BALZER (1999)		nur außergewöhnliche Reize Life-event-Theorie
subjektives Erleben des Reizes	sowohl positiver als auch negativer Reiz (Eustress / Distress) LEVI (1974), SELYE (1936), HECHT und BALZER (1999), Life-event-Theorie		nur als negativ / bedrohlich empfundener Reiz LAZARUS (1966)
Betrachteter Teilbereich des Individuums	primär physiologisch / medizinisch Verbreitet unter Stressforschern in der UdSSR (Pawlow's Lehre von der höheren Nerventätigkeit) primär psychologisch SIMONOV (1975) psychophysiologischer Stress HECHT und BALZER (1999) primär ethologisch		Interdisziplinäre Ansätze (Wechselspiel zwischen realer bzw. subjektiv wahrgenommener Umwelt / Physiologie / Emotion / Erfahrung / Erwartung / Verhalten) MCGRATH (1970), ANOCHIN (1967, Theorie des funktionellen Systems)
Möglichkeit der Stressbewältigung (Coping) / -kontrolle	Jede Anforderung an das Individuum, unabhängig von Stressbewältigung / -kontrolle SELYE (1936), LEVI (1974), HECHT und BALZER (1999)		Nur Anforderungen , die als nicht zu bewältigen / kontrollieren eingeschätzt werden LAZARUS (1966)

Beanspruchung ist mittels physiologischer und psychophysiologischer Parameter messbar. Anhand der Abweichung dieser Parameter von ihrem Wert im Ruhezustand lassen sich Aussagen über den Grad der Beanspruchung treffen. Eine starke Beanspruchung kann durch einen auf das Tier wirkenden starken Stressor oder durch eine hohe Anfälligkeit des Tieres gegenüber dem Stressor verursacht sein. Eine hohe Anfälligkeit gegenüber Stressoren wird als Stresssensibilität bezeichnet und ist nach SCHEUCH und SCHREINICKE (1989) wie folgt definiert:

- individuelle Anfälligkeit gegenüber Stress
- Auftreten bestimmter Risikoreaktionen bereits bei normaler Belastung
- erkennbar an sehr hohen Abweichungen von Einzelparametern bei Belastung
- Gegenteil von Stressstabilität

Ein Individuum kann auf drei Ebenen auf einen Stressor reagieren: physiologisch, emotional und in Form von Verhalten (SCHEUCH & SCHREINICKE 1989). Meist erfolgt die Reaktion auf mehreren Ebenen gleichzeitig. Allerdings korrelieren die erfassten Parameter oft nicht, weil

ihnen unterschiedliche Regulationssysteme mit unterschiedlichen Abläufen und Zeitkonstanten zugrundeliegen (Systemunabhängigkeit nach BIERBAUMER 1975). Wichtig ist außerdem, dass die Wahrnehmung der Belastungssituation durch das Individuum entscheidend die Höhe der physiologischen und Verhaltensreaktion mitbestimmt. Auf welche Art und Weise auf einen Stressor reagiert wird, ist individuell unterschiedlich. Die Reaktionsmuster werden z.T. angeboren und z.T. erlernt (SAMBRAUS 1978).

Somit müssen, um eine Aussage über die Beanspruchung eines Individuums durch eine Belastung machen zu können, möglichst alle Reaktionsebenen erfasst werden.

2.3.2 Analyse von Beanspruchung bei der Milchkuh

2.3.2.1 Gebräuchliche Verfahren zur Erfassung der Beanspruchung

Um die Beanspruchung von Tieren zu beurteilen, kann man grundsätzlich folgende Parametergruppen erfassen: „1. Verhaltensweisen, 2. Physiologisch-biochemische Werte, 3. Leistungsdaten, 4. Klinische und pathologisch-anatomische Befunde, 5. Todesfälle im Bestand“ (UNSHELM et. al. 1982). In Tabelle 2 sind bei Rindern häufig genutzte Verfahren zur Erfassung von Beanspruchung dargestellt.

Nicht alle Parameter sind für jede Fragestellung geeignet. Alle endokrinen Parameter (z.B. die Konzentration von Cortisol, Oxytocin, Adrenalin oder Endorphinen in Blut, Milch oder Harn) können nur sehr eingeschränkt einem bestimmten Ereignis zugeordnet werden, da die Zeit zwischen Ereignis und messbarer Reaktion Minuten bis Stunden betragen kann. Hinzu kommt, dass die Datenerhebung häufig mit der Entnahme von Blut verbunden ist, die an sich eine Belastung darstellt und tierschutzrechtliche Relevanz hat.

Für eine Zuordnung zu einem konkreten Ereignis eignen sich bei Tieren unter Feldbedingungen die Erfassung von Verhalten, der Herzfrequenz / Pulsfrequenz, elektrodermale Parameter sowie der Atemfrequenz, weil hier eine unmittelbare Reaktion auf Reize erfolgt und die Messungen ohne Manipulationen am Tier während der Datenaufzeichnung möglich sind. Auf die drei erstgenannten Verfahren soll im Folgenden eingegangen werden.

Tabelle 2: häufig genutzte Parameter zur Erfassung von Beanspruchung bei Rindern

Erfasstes Merkmal	untersuchter Aspekt der Rinderhaltung	Autoren (beispielhaft)
Erfassung des Verhaltens		
Step / Kick (Unruhe / Schlagen)	Melken	HAGEN et al.(2004), HEMSWORTH et al (2002)
Aktivität	-soziale Strukturen in Tiergruppen -Krankheit / Brunst -Tiergerechtheit des Haltungssystems	SAMBRAUS (1978)
Augenweiss	-Angst / Furcht	SANDEM et al. (2002, 2004, 2005, 2006a, 2006b)
Abkoten /Urinieren	-Melken	DAS und DAS (2004)
Vokalisation	-Trennung von Kalb und Kuh -Isolation -Gruppenumstellungen -Transport	MANTEUFFEL et al (2004), STEINHARDT und THIELSCHER (1998, 2000, 2006), RUSHEN et al. (1999), MUNKSGAARD et al. (1996), HOPSTER et al. (1995)
Distanzverhalten	-Tier-Mensch-Verhältnis	WAIBLINGER et al. (2003)
Lernverhalten	-Lernfähigkeit -Stress	FRANZ und REICHART (1999)
Spielverhalten	-Kälberhaltungssysteme	JENSEN et al. (1998)
Erfassung physiologischer Parameter		
Herz- / Pulsfrequenz EKG Herzfrequenz-variabilität	-Melken -Dauermessung im Stall -neue Umgebung -Angst vor dem Menschen	WEISS et al. (2004), LEFCOURT et al. (1999), WAIBLINGER et al. (2003), TAKEDA et al. (2003), UMSTÄTTER (2002), PILLER et al. (1999), HOFMANN (2001), HOPSTER et al. (1995)
Cortisol in Blut, Milch, Urin, Kot	-Melken -Trennung von Kalb und Kuh -Transport -Isolation -Angst vor dem Menschen	NEGRAO et al. (2004), WEISS et al. (2004), HEMSWORTH et al. (2002), WELLNITZ et al. 2001), LUPOLI et al. (2001), TANCIN et al. (2000), HOPSTER et al. (1995)
Adrenalin / Noradrenalin im Blut	Melken	(TANCIN et al. (2000)
Oxytocin in Blut und Milch	Melken Kalbkontakt	DZIDIC (2004), HOPSTER et al. (2002), MACUHOVA et al. (2000)
Prolactin	Melken	TANCIN et al. (2001b), LUPOLI et al. (2001)
Endorphine im Blut	-Melken -Transport -Umstellungen	RUSHEN et al.(1999)
EEG	-Melken	KOKORINA (1956), KLÖPZIG et al. (1989), MIELKE et al. (1989)
Hautwiderstand Hautpotential EMG	bei Kühen noch im Versuchsstadium	BALZER (2003)

2.3.2.1.1. Verhalten

Nach SAMBRAUS (1978) umfasst der Begriff Verhalten „Bewegungen, Körperstellungen und Lautäußerungen“ sowie „Drüsentätigkeiten und Farbänderungen, sofern sie durch Verhalten ausgelöst werden oder selbst verhaltensauslösend wirken“.

Ein Teil des Verhaltensspektrums ist genetisch fixiert. Solche Verhaltensweisen nennt man Endhandlungen. Sie werden durch Schlüsselreize ausgelöst. Schlüsselreize bewirken zuerst eine variable richtende Bewegung (=Taxis). Danach oder auch gleichzeitig läuft eine starre Bewegungsfolge (=Erbkoordination) ab.

Vor Ablauf einer Handlung muss Handlungsbereitschaft vorliegen (Motivation). Liegt Handlungsbereitschaft vor, wird z.T. gezielt nach einem auslösenden Reiz gesucht (Appetenzverhalten).

Zusätzlich zur genetischen Veranlagung werden Verhaltensweisen lebenslang durch Lernprozesse modifiziert bzw. neu erworben. Damit ist in Grenzen eine Anpassung an die jeweiligen Umweltbedingungen möglich. Wird die Anpassungsgrenze, die von den physiologischen Voraussetzungen und der Lernfähigkeit des Tieres abhängt, überschritten, kann es zu Verhaltensstörungen kommen. Als Vorstufen von Verhaltensstörungen und damit als Indikatoren für stark belastende Umweltbedingungen bezeichnet SAMBRAUS (1978):

1. Aktivitätsänderungen - Tiere oder Tiergruppen zeigen keinen arttypischen Tagesrhythmus mehr
2. Veränderung der Häufigkeit und Qualität spezieller Verhaltensweisen
3. Steigerung des Suchverhaltens - es muss häufiger und/oder länger nach einer Situation gesucht werden, um ein bestimmtes Verhalten ausführen zu können
4. unvollständige Bewegungen - Handlungen werden unvollständig ausgeführt, z.B. wiederholte Abliegeversuche bei zu engen Liegeboxen
5. Bewegung an Ersatz – und Ausweichobjekten, z.B. das gegenseitige Besaugen bei Kälbern
6. Übersprungbewegungen - eine Handlungsfolge wird unvermittelt durch Teile anderer Handlungsfolgen unterbrochen
7. Kompromissverhalten - z.B. veränderte Bewegungsfolge bei Kühen beim . Aufstehen in zu engen Liegeboxen
8. Leerlaufhandlungen - z.B. Scheinsaugen bei Kälbern
9. Stereotypien - häufiges Wiederholen „sinnloser“ Bewegungsabläufe
10. Aggressivität
11. Fluchtverhalten bei Reizen, die normalerweise nicht durch Flucht kompensiert werden
12. Schmerzüßerungen und andere Äußerungen des Tierleidens

Ist einem Tier keine Kompensation der Situation durch Verhalten möglich, kann häufig das Auftreten von tonischen Erstarrungszuständen beobachtet werden (SAMBRAUS 1978). Ebenso kann es durch neue, sehr intensive oder bedrohende (soziale) Reize sowie durch die Erwartung einer Bestrafung zur Verhaltenshemmung kommen (HÖRHOLD 1994).

Um die Stärke eines konkreten Stressors anhand des Verhaltens einschätzen zu können bzw. um Tiere nach ihrer typischen Verhaltensreaktion bei Stress einzuordnen, wurden verschiedene Testformen entwickelt. Gebräuchlich sind bei Rindern vor allem

- | | |
|-------------------------|--|
| Novel Environment Tests | <ul style="list-style-type: none">- Konfrontation mit einer neuen fremden Umgebung- kann mit Isolation, Lernaufgaben oder der Konfrontation mit Konkurrenten verbunden sein- genutzt z.B. bei SCHRADER et al. (2000), PFEILSTICKER et al. (1995) RUSHEN (1996, 1999) , ROUSING und WAIBLINGER (2004) |
| Handlingtests | <ul style="list-style-type: none">- dient der Einschätzung der Qualität der Tier-Mensch-Beziehung- häufig in Form von Distanztests- genutzt z.B. bei RUSHEN et al. (1998, 2001), ROUSING und WAIBLINGER (2004) |

Ein guter Überblick über Testformen und die dabei erhobenen Parameter findet sich in HOFMANN (2001).

Um unter Feldbedingungen auftretende Stressoren einzuschätzen, wird vor allem vom Durchschnitt abweichendes und gestörtes Verhalten als Indikator genutzt. Für die vorliegende Arbeit ist das Verhalten der Tiere in der Tiergruppe als Indikator für soziale und haltungsbedingte Belastungen und das Verhalten während des Melkens als Belastungsindikator während des Melkprozesses interessant.

Das Sozialverhalten in der Tiergruppe wird anhand des Ausdrucksverhaltens erfasst, wobei die im einzelnen erfassten Verhaltensweisen je nach Aufgabenstellung und Autor differieren. Dabei auftretende, typische Ausdrucksverhaltensformen des Rindes sind Scharren und Bodenhornen, Breitseitstellung (drohendes Tier stellt seinen Körper quer zur Laufrichtung des bedrohten Tieres), Frontalannäherung und Unterlegenheitshaltung (SAMBRAUS 1978). Diese Verhaltensformen dienen der Aufrechterhaltung bzw. der Schaffung von Rangbeziehungen und sind deshalb ein guter Indikator derselben. Die Ermittlung des Rangstatus innerhalb größerer Gruppen erfolgt häufig mittels des Dominanzindex nach SAMBRAUS (1978). Der Dominanzindex ist als das Verhältnis aus der Anzahl der unterlegenen Herdenmitglieder zur Gesamtzahl der geklärten Rangverhältnisse dieses Tieres definiert.

Als Indikator für Mängel in der Haltung ist die Tieraktivität geeignet. Die Verteilung von Aktivitäts- und Ruhezeiten weist tierartspezifisch einen tageszeitlichen Rhythmus auf. Kühe weisen unter natürlichen Bedingungen in den frühen Morgen- und Abendstunden Zeiten hoher Aktivität (=dämmerungsaktiv), in den ersten Tagesstunden und während der Mittagszeit Zeiten mit niedriger Aktivität auf (SAMBRAUS 1978). Innerhalb der tierartspezifischen Variationsbreite hat jedes Einzeltier seinen individuellen Rhythmus, der über lange Zeit konstant und unabhängig von Laktationsstadium, Trächtigkeitsstadium, Tageslichtlänge und Temperatur ist. Er kann somit als Charaktereigenschaft des Tieres angesehen werden (MÜLLER et al. 2005). Starke Abweichungen vom artspezifischen Aktivitätsmuster deuten auf großen Anpassungszwang an suboptimale Haltungsbedingungen hin und sind somit als Zeichen starker Beanspruchung zu werten.

Zur Bewertung des Verhaltens während des Melkprozesses wurden, neben rein subjektiven Einschätzungen, vor allem das Auftreten von Angstkoten und –urinieren sowie das Auftreten bzw. Ausbleiben von Abwehrreaktionen und Unruhe genutzt. (HAGEN et al. 2004, HEMSWORTH 2003).

2.3.2.1.2 Herzfrequenz

Die Herzfrequenz gilt als schneller Indikator für Beanspruchung. Sie reagiert auf Reize unmittelbar. LEFCOURT et al. (1986) ermittelten bei Kühen innerhalb von 5 Sekunden einen Anstieg nach Reizung (Elektroschock) und eine Normalisierung der Werte innerhalb einer Minute. Allerdings ist die Wertung der Messwerte oft schwierig, weil:

- ein Anstieg sowohl bei motorischer Beanspruchung (z.B. schnellem Laufen) als auch emotionaler Beanspruchung (z.B. Erschrecken, Angst oder Furcht) erfolgt
- sowohl positiv als auch negativ wahrgenommene Belastungen einen Anstieg der Messwerte verursachen
- die Reaktion auf eine emotionale Belastung nicht in jedem Fall einen Anstieg, sondern in Einzelfällen ein starkes Abfallen der Frequenzwerte zur Folge haben kann.

Die physiologische Variation des Parameters ist hoch. Zum Beispiel ermittelten KAUFMANN et al. (1996) Werte zwischen 40 und 132, LEFCOURT et al. (1999) ca. 45 bis 180, UMSTÄTTER (2002) 56 bis ca. 120 Schlägen / Minute. Auch gibt es große individuelle Unterschiede. Die Mittel der Einzeltiere variierten bei UMSTÄTTER (2002) zwischen 60,5 und 112,6 Schlägen / Minute. In Abhängigkeit der Aktivität wurden bei Kühen an einem Automatischen Melksystem im Mittel folgende Werte gemessen (Tabelle 3):

Tabelle 3: Mittlere Herzfrequenz von Milchkühen bei unterschiedlichen Aktivitäten
(UMSTÄTTER 2002)

Aktivität	Mittelwert in Schlägen / Minute	Standardabweichung
Liegen	84,1	10,8
Stehen	85,7	10,5
Fressen	88,1	9,4

Die Herzfrequenz weist einen Tagesrhythmus auf. STEINHARDT und THIELSCHER (2000) fanden bei Färsen das Minimum zwischen 6 und 9 Uhr, das Maximum zwischen 17 und 20 Uhr. Bei tragenden Tieren kam es zu einem allmählichen Anstieg der Tagesmittelwerte mit fortschreitender Trächtigkeit. BOISSY und le NEIDRE (1997) und STEINHARDT und THIELSCHER (2006) ermittelten, dass durch die Art der Aufzucht die Herzfrequenz in späteren Lebensabschnitten maßgeblich beeinflusst wird.

Herzfrequenzmessungen an Kühen können heute als in der Versuchspraxis etabliert angesehen werden. Die Messungen erfolgen mittels Sensoren, die mit einem Bauchgurt auf der Haut der Tiere befestigt werden. Die Datenübertragung erfolgt telemetrisch. Auf diese Weise sind Dauermessungen ohne störende Manipulationen am Tier durchführbar. Derzeit häufig eingesetzt werden Geräte der Marke Polar Sport Tester, für die im Test eine hohe Genauigkeit der Messung nachgewiesen werden konnte (HOPSTER und BLOKHUIS 1994).

2.3.2.1.3 Elektrodermale Parameter

Als Elektrodermale Aktivität (EDA) werden elektrische Phänomene der Haut bezeichnet, „die sich auf Strukturen und Funktionen der Haut und der in ihr enthaltenen Organe zurückführen lassen“ (BOUCSEIN 1988). Die wichtigsten elektrodermalen Messgrößen sind das Hautpotential (HP), der Hautwiderstand (HW) und das Elektromyogramm (EMG).

Das Hautpotential ist der elektrische Ladungszustand der Haut, gemessen in Millivolt (mV). Durch elektrische Prozesse in den Zellen der Haut und den in ihr eingelagerten und angrenzenden Organen, kommt es zu einer messbaren Aufladung der Hautoberfläche.

Wichtigste Ladungsquelle sind Nervenprozesse. In der Haut enden zahlreiche efferente Fasern des vegetativen Nervensystems. Gesichert sind beim Menschen mehrere, dem Sympathicus zuzurechnende Innervationen, z.B. der Hauptblutgefäße, der Haarbalgmuskeln und des sekretorischen Teiles der Schweißdrüsen. Parasympathische Innervationen sind beim Menschen nicht eindeutig nachgewiesen.

Das Hautpotential stellt somit einen Parameter dar, mit Hilfe dessen die Intensität und die Qualität vegetativ nervaler Prozesse gemessen werden können (BOUCSEIN 1988).

Die Höhe des Hautpotentials hängt von der Intensität der sympathisch gesteuerten zellulären Prozesse ab. Eine Veränderung der Sympathicusaktivität, z.B. bei Stress, führt zu einer Veränderung des Hautpotentials. Der Messwert wird aber auch von der Beschaffenheit der oberen Hautschichten am Messpunkt (z.B. trocken, feucht oder verhornt) und von äußeren Faktoren, wie z.B. der Luftfeuchte und der Temperatur beeinflusst.

Die zweite elektrodermale Messgröße ist der Hautwiderstand (HW). Der Hautwiderstand ist der elektrische Widerstand der Haut, angegeben in Megaohm (Mohm). Die Messung erfolgt mittels eines induzierten Stromes, der zwischen zwei auf der Haut angebrachten Elektroden fließt. Er hängt vor allem von der Aktivität der Schweißdrüsen ab. Wird Schweiß abgesondert, füllen sich

die Ducti der Schweißdrüsen mit Flüssigkeit, die auch in angrenzende Hautzellen diffundiert. Dadurch verringert sich der elektrische Widerstand der Haut.

Man unterscheidet beim Menschen verschiedene Arten des Schwitzens, die auch gleichzeitig ablaufen können (BOUCSEIN 1988):

- thermoregulatorisches Schwitzen Wärmeregulation
- emotionales Schwitzen als Reaktion auf (emotionale) Stressoren
- gustatorisches Schwitzen z.B. beim Essen scharfer Speisen
- ubiquitäres, spontanes Schwitzen „Ruhetonus“ der Schweißabsonderung
- Reflexschwitzen z.B. flächig begrenztes Schwitzen nach Nadelstich
- pharmakologisch provoziertes Schwitzen

Mit der Messung des Hautwiderstands sollen vor allem Aussagen über das emotionale Schwitzen getroffen werden, wobei die anderen Arten des Schwitzens meist versuchstechnisch unterbunden werden. Der Hautwiderstand repräsentiert somit emotional-nervale Prozesse.

Für die Haut der Kuh gibt es nur wenige Erkenntnisse zur Verteilung der Schweißdrüsen an der Körperoberfläche, über deren Innervation und über die Arten des Schwitzens (MEYER 2005). Man kann jedoch davon ausgehen, dass auch Kühe emotional schwitzen. Die Bildung von Schweiß vor allem an Hals und Flanke, der im Extremfall weißflockig aussehen kann, ist z.B. bei extensiv gehaltenen Fleischrindern während des ungewohnten Zusammentreibens in einem Corral zu beobachten.

Das Elektromyogramm (EMG) ist, ähnlich wie das Hautpotential, eine vom Körper selbst generierte Spannung, die durch die Aktivität von Muskelfasern entsteht und an deren Oberfläche und der daran angrenzenden Haut gemessen werden kann. Die Messwerte beim Menschen bewegen sich je nach Muskel zwischen einigen μV (Mikrovolt) und dem mV (Millivolt) - Bereich (MEYER-WAARDEN 1985). Mit steigender Muskelaktivität erhöht sich auch der Messwert. In der vorliegenden Untersuchung dient das EMG vor allem dazu, die Muskelspannung in Situationen zu messen, bei denen die Tiere stillstehen. Hohe Messwerte deuten hier auf eine angespannte oder verkrampfte Muskulatur hin und sind ein Zeichen von Beanspruchung.

Die „klassische“ Auswertung der elektrodermalen Parameter erfolgt durch Wertung der absoluten Höhe des Messwertes (z.B. bei der Einschätzung des Ruhezustandes oder „Basislevels“) und des Auftretens und der Höhe von Abweichungen (Amplituden) vom Basislevel bei Einwirkung eines Stressors. Die Schwierigkeit liegt hierbei zunächst in der Bestimmung des Basislevels, der je nach Tagesform, aber auch mit der Außentemperatur, Hautfeuchte, sogar mit der Größe des Kontaktgeltropfens variiert. Die Wertung der Amplituden ist ebenfalls schwierig, da deren Höhe neben der Stärke des Stressors von der Höhe des

Basislevels abhängt und ebenfalls umweltabhängig ist. Dicht aufeinanderfolgende Stressoren führen zu überlagerten Amplituden. Zudem kann die Amplitude des Hautpotentials sowohl negativ als auch positiv vom Basislevel abweichen.

Überdies verursachen messtechnische Störgrößen, wie z.B. Elektrodendrift (=Aufbau von Potentialen an der Elektrode, die mit gemessen werden, aber mit dem Hautpotential nicht gleichzusetzen sind) zusätzliche Fehler. Vergleichbare Ergebnisse lassen sich anhand der Originalwerte deshalb häufig nur bei absolut standardisierten Versuchsbedingungen (klimatisierte Labore, habituierte Probanden, standardisierte Messstellen) erzielen (BOUCSEIN 1988). Eine Wertung hinsichtlich der Qualität der Nervenprozesse ist schwierig.

Einen anderen Weg der Auswertung gehen BALZER et al. (1988). Sie gingen von der Annahme aus, dass es sich bei nervalen Prozessen um Regelprozesse handelt. Regelprozesse verlaufen periodisch und sind anhand ihrer Periodenlänge wertbar (SINZ 1980). Diese Methode hat vor allem folgende Vorteile:

- Die Periodenlänge ist unabhängig von der absoluten Höhe des gemessenen Parameters und damit auch unabhängig von Umwelteinflüssen (z.B. Temperatur, Luftfeuchte), soweit diese nicht zu tatsächlichen Anpassungsreaktionen des Probanden führen. Damit sind Feldversuche möglich.
- Für jedes physiologische Regelsystem gibt es eine (tierartspezifisch) physiologisch „normale“ Variationsbreite, innerhalb derer sich die Schwingungsbereiche der Einzeltiere bewegen. Abweichungen vom „Normalbereich“ lassen eine Wertung zu.

Es wird deshalb in der vorliegenden Untersuchung mit der Auswertungsmethodik nach BALZER (1988) gearbeitet, die im Abschnitt 4.3 eingehend erklärt wird.

2.3.2.2 Stressrelevante Eigenschaften des Tieres

Die Anfälligkeit eines Tieres gegenüber einem Stressor bestimmt erheblich dessen Auswirkung. Wie sensibel ein Tier auf einen Stressor reagiert, wird von genetischer Veranlagung, gemachten Erfahrungen und der daraus resultierenden subjektiven Wahrnehmung und Wertung einer Situation, erlernten Reaktionsmustern und der jeweiligen Tagesform beeinflusst. Alle diese Aspekte beeinflussen sich auch gegenseitig. Eine zentrale Position nimmt dabei die Lernfähigkeit eines Tieres ein.

Eine hohe Lernfähigkeit bewirkt, dass sich das Tier schnell auf neue Situationen einstellen und sein Verhalten anpassen kann. Es bewältigt die Situation (= coping) besser.

Erste Arbeiten dazu stammen für das Rind aus der Pawlow'schen Schule. KOKORINA (1956, 1957, 1959) untersuchte das Hirnstrom- und Lernverhalten von Kühen und teilte sie nach Pawlow'schem Vorbild in Typen der höheren Nerventätigkeit ein. Unter höherer Nerventätigkeit wurde nach Pawlow „diejenige Tätigkeit des Organismus, welche die individuell erworbene, hochspezialisierte Anpassung des Organismus an die Umwelt gewährleistet und die über die Großhirnrinde zustandekommt“ verstanden (MIELKE 1961).

KOKORINA (1956) versuchte, Einflüsse der Qualität der höheren Nervenprozesse auf den Milchejektionsreflex nachzuweisen. Dazu teilte sie Kühe nach der Ausgeglichenheit der nervalen Prozesse in zwei Gruppen ein: Reizung und Hemmung ausgeglichen bzw. Reizung überwiegt Hemmung. Sie maß die Anteile des Gemelkes, die vor und nach dem Anrüsten sowie während des Nachmelkens aus einem katheterisierten Viertel gewonnen wurden. Es konnte bei der Durchführung des Melkens und des Messens durch die gewohnte Person kein Unterschied im Melkverhalten der Tiergruppen festgestellt werden. Wurden die Tätigkeiten von einer ungewohnten Versuchsperson durchgeführt, konnte nur ein geringerer Anteil der Viertelgemelksmenge bereits vor dem Anrüsten mittels Katheder gewonnen werden. Dabei trat eine sehr viel stärkere Verringerung bei der Versuchsgruppe mit ausgeglichenen nervalen Prozessen auf, was auf unterschiedliche Anpassungsfähigkeit an die neue Situation schließen ließ. Bei Versuchen an Einzeltieren konnte bereits nach 2 bzw. 5 Tagen ein Lern- oder Gewöhnungseffekt beobachtet werden. Die Tiere reagierten dann auf die Versuchsperson so wie auf den gewohnten Melker oder hatten bereits eine Milchejektion, wenn die Versuchsperson am Melkplatz eintraf. KOKORINA (1956) bezeichnet deshalb, im Gegensatz zu anderen Autoren (MIELKE et al. 1963, BRUCKMAIER 2001), die Milchejektion als bedingt reflektorischen Reflex, also als Ergebnis eines Lernprozesses.

Lernfähigkeit ist erblich, allerdings ist die Heritabilität sehr niedrig. So ermittelten HIMMEL et al. (1972) Heritabilitäten von $h^2 = 0,08$ bis $0,15$ für das Lernverhalten von Kreuzungskälbern beim Trinken. Auch andere Autoren fanden erbliche Komponenten der Lernfähigkeit von Kälbern. Demnach gibt es sowohl Rasseunterschiede (BALAINE et al. 1975) als auch vaterspezifische Unterschiede innerhalb einer Rasse (BROUCEK et al. 2004).

DIETL et al. (2005) arbeiten derzeit an der Entwicklung von Modellen, um die Lernfähigkeit in die züchterische Bearbeitung von Rassen einzubeziehen.

Da die Anpassung an gegebene Rahmenbedingungen bei gleicher Lernfähigkeit häufig zu ähnlichen Verhaltensweisen führt, kann somit auch das Verhalten erblich beeinflusst sein. So konnten z.B. von MACHA et al. (1981) für die Reihenfolge des Eintritts in den Melkstand Heritabilitäten von $h^2 = 0,21$ bzw. $0,27$ geschätzt werden.

Diese relativ niedrigen Heritabilitäten zeigen bereits, dass Lernfähigkeit bzw. erlerntes Verhalten stark von anderen Faktoren beeinflusst wird. So wiesen WREDLE et al. (2006) nach, dass das Alter des Tieres eine Rolle spielt. Sie trainierten Kühe einer Herde darauf, auf ein vom Halsband des Einzeltieres ausgehendes akustisches Signal hin selbständig zum Melken an das Automatische Melksystem (AMS) zu gehen. Es konnte hier nur bei jungen Kühen ein Lernerfolg verzeichnet werden.

Dass die Basis für eine erhöhte Stresssensibilität schon durch unterschiedliches Training der Lern- und Anpassungsfähigkeit während der Aufzuchtbedingungen gelegt werden kann, bewiesen STEINHARD et al. (1998). Sie testeten Kälber aus unterschiedlichen Haltungsformen (Einzelhaltung in Kälberbox mit Eimertränke versus Mutterkuhhaltung in Laufbox) auf ihre

physiologische Reaktion beim Transport. Die Kälber waren zwischen 3 und 27 Tagen alt. Kälber aus Einzelhaltung wiesen über den gesamten Versuch niedrigere Herzfrequenzen, eine niedrigere Körpertemperatur, aber höhere Blutcortisolwerte auf. Sie reagierten also deutlich stärker mit einem Cortisolanstieg auf den Stressor. Mit steigendem Alter der Kälber nahm die Reaktion ab. Kälber aus Mutterkuhhaltung zeigten stärkeres Orientierungs- und Fluchtverhalten. Die Autoren sehen die Ursache für die Unterschiede zwischen den Kälbergruppen vor allem im stärkeren Training (motorisch, kognitiv) der Mutterkuhkälber.

Um rassebedingte Unterschiede als Fehlerquelle auszuschließen, wurde bei einem ähnlichen Versuch von STEINHARDT et al. (2000) der Unterschied von 60 Tage alten Milchrindkälbern aus Einzelhaltung, konstanter Gruppenhaltung und Gruppenhaltung mit wechselnder Gruppenzusammensetzung getestet. Dabei schnitten die Kälber aus der Gruppenhaltung mit wechselnder Zusammensetzung bei der Herzfrequenz am besten ab. Sie wiesen die schnellste Normalisierung der Herzfrequenzwerte nach dem Verladen und die geringste Herzfrequenz während des Transportvorganges auf. Bei den in beiden Experimenten zusätzlich erfassten Blutinhaltsstoffen (Hämoglobinkonzentration, Sauerstoffgehalt, Säure-Basen-Haushalt) konnten kaum eindeutige Beziehungen nachgewiesen werden.

Beide Versuche hatten den Nachteil, dass der Einfluss von individuell unterschiedlichen erblichen Eigenschaften der Kälber auf das Versuchsergebnis nicht ausgeschlossen werden konnte. Deshalb wurde der zweite Versuch mit monozygoten Zwillingspaaren wiederholt, wobei je ein Zwilling in Einzel- und der andere in Gruppenhaltung mit wechselnder Zusammensetzung aufgezogen wurde (STEINHARDT et al. (2006)). Auch hier schnitten Kälber aus Einzelhaltung im Sinne ihrer Belastbarkeit schlechter ab. Sowohl die Herzfrequenzen als auch die erfassten Blutparameter wiesen signifikante Unterschiede zwischen den Zwillingen auf.

Ähnliche Ergebnisse erhielten LENSINK et al. (2006), die 8 bis 9 Monate alte Kälber aus Mutterkuhhaltung testeten. Sie testeten jeweils einen Teil der Kälber einen Tag bzw. einen Monat nach der Trennung von der Mutter und darauffolgender Haltung in Gruppenboxen zu je vier Tieren. Die Tiere, die seit einem Monat von der Mutter getrennt waren, hatten während des Aufenthalts in unbekannter Umgebung (Arenatest) höhere Herzfrequenzen, erkundeten ihre Umgebung weniger intensiv und koteten häufiger ab. Beim Lernversuch (T-maze-Test), brauchten sie mehr Anläufe und längere Zeit, um ihr Ziel (Konzentratfutterstation) zu erreichen. Die Haltungsform in der Kälberaufzucht und der damit verbundene Trainingseffekt beeinflusst somit nachweislich die Stresstabilität von Rindern.

FRANZ und REICHART (1999) und FRANZ (1999) entwickelten Tests (Mehrkanalwahlverfahren bei Kälbern, Feldermonitor bei Zwergziegen), um die Lernfähigkeit von Tieren in Gruppen- oder Einzelhaltung einschätzen zu können. Sowohl bei Kälbern als auch bei Zwergziegen konnte ermittelt werden, dass mit zunehmender Zahl der Lerntests der Lernerfolg immer schneller eintrat, es also einen Trainingseffekt gibt. Der Lernerfolg der Einzeltiere variierte beträchtlich. Bildeten sich infolge eines Lernerfolges Routinen heraus, war das Umlernen für die Tiere schwieriger, als es das Neuerlernen war.

Einen anderen Weg gingen SCHRADER et al. (2000). Sie versuchten, mittels der Beurteilung von Charaktereigenschaften und typischen Verhaltensweisen der Einzeltiere Rückschlüsse auf deren Stressanfälligkeit zu ziehen. Die Einschätzung erfolgte durch die Betreuer der Tiere mittels Fragebogen. Anhand der Einschätzung wurden die Tiere hinsichtlich Erregbarkeit, Sozialstatus, Umgänglichkeit u.a. klassifiziert. Weiterhin wurde geprüft, ob das Verhalten eines Tieres individuell charakteristisch und eine feste Eigenschaft ist. Dazu wurden 13 Tiere vier Tests unterzogen: „novel object test“ (Reaktion auf neues Objekt), „attentiveness test“ (Reaktion auf Veränderung in der Umgebung), „Habituation test“ (Gewöhnung an akustischen Reiz) und „social separation test“ (Isolation). Es konnten eine hohe Wiederholbarkeit beim Einzeltier und grosse individuelle Unterschiede zwischen den Tieren nachgewiesen werden.

Eine weitere Möglichkeit, den Umgang mit Stress anhand des Verhaltens zu bewerten, ist die Einteilung von Tieren (und Menschen) nach dem Umgang mit einer Situation in Coping-Typen. Unter Coping wird die Fähigkeit zur Bewältigung einer Situation verstanden (LANGENSCHIEDT 1996). Coping erfolgt immer sowohl auf der Verhaltens- als auch auf der physiologischen und emotionalen Ebene. Es werden zwei grundsätzliche Typen unterschieden, die sich wie in Tabelle 4 dargestellt charakterisieren lassen.

Aktive Coper werden als verhaltensaktiver, weniger furchtsam, aggressiver, meist ranghöher und sexuell aktiver, aber im Umlernen träger und an Routinen festhaltend charakterisiert. Sie reagieren auf Veränderungen in ihrer Umwelt kaum. Passive Coper zeigen häufig Verhaltenshemmung, wirken furchtsamer bzw. duldsam, wehren sich wenig, sind kaum aggressiv, nehmen meist einen niedrigen Rang ein und sind wenig sexuell aktiv bzw. mütterlich. Auf Veränderungen in der Umwelt reagieren sie sensibel, lassen sich dadurch leicht ablenken und erkunden intensiver als aktive Coper. Routinen bilden sie langsamer aus und sind dadurch flexibler. Beide Coping-Strategien sind sinnvoll, wenn sie den jeweiligen Lebensbedingungen angepasst sind (HOFMANN 2001).

Allerdings sind die meisten Ergebnisse an Nagetieren ermittelt worden. Ob eine Einteilung von Rindern in Coping-Typen zulässig ist, ist noch nicht abschließend geklärt. HOPSTER (1998) kommt zu dem Ergebnis, dass bei Milchrindern Coping-Typen anhand ihres Verhaltens und ihrer physiologischen Reaktion unterscheidbar sind, dass aber der Umgang mit Stress durch Domestikation, intensive Züchtung und intensivem Menschenkontakt, einseitiger Selektion auf Milchproduktion und ausschliesslich aus weiblichen Tieren bestehende Tiergruppen in Richtung

passivem Coping verschoben ist. Die individuelle Bewältigung einer Stresssituation ist jedoch auch über lange Zeiträume konstant und kann somit als charakteristische Eigenschaft des Tieres angesehen werden. Bei einem ähnlichen Versuch ermittelten PRELLE et al. (2004) in Verhaltenstests, dass Kühe, die eine bestimmte Melkstandseite bevorzugen, in unbekannter Umgebung ängstlicheres, in bekannter Umgebung jedoch dominanteres Verhalten zeigen. Die Vergleichsgruppe bildeten Kühe, die keine Vorliebe für eine bestimmte Melkstandseite zeigten. Die „Gewohnheitstiere“ entsprachen in ihrem Verhalten dem aktiven, die Vergleichsgruppe dem passiven Coper.

WEISS et al. (2004) wiesen nach, dass unterschiedliche Anpassungsfähigkeit an neue Situationen von der Sensitivität des adrenalen Cortex gegenüber ACTH (Adrenocorticotrophes Hormon) abhängt. Sie ermittelten, dass Kühe, die auf eine ACTH-Gabe mit einem hohen Cortisolanstieg reagierten, bei der Umgewöhnung auf ein neues Melksystem weniger MES und geringere Anstiege der Herzrate zeigten.

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Umgang mit einer belastenden Situation die Auswirkungen, die ein Stressor letztlich hat, entscheidend mitbestimmt. Ob ein Tier Stresssymptome, wie z.B. MES, entwickelt, wird somit vermutlich tierindividuell sehr verschieden sein.

Tabelle 4: Vergleichende Übersicht über die für Rinder zutreffenden Charakteristika der Vertreter der Coping Strategien
(nach KOOLHAAS 1999 und HOFMANN 2001)

Parameter	Copingstrategie		Quelle
	aktiv / proaktiv	passiv / reaktiv	
Latenzzeit bis zum ersten Angriff	kurz	lang	Van OORTMERSEN und BAKKER (1981)
Aktives Meideverhalten	stark	gering	BENUS et al. (1989)
Entwickeln von Routinen	stark	gering	BENUS et al. (1990)
Beeinflussung durch Umgebung	gering	stark	BENUS et al. (1990) SLUYTER et al. (1996)
Flexibilität	gering	stark	BOHUS et al. (1987)
Basisaktivität der HPA*-Achse	gering	normal	KORTE et al. (1992b) De BOER et al. (1990a)
Reaktivität der HPA*-Achse	gering	hoch	RUIS et al. (2000) De BOER et al. (1990b) KORTE et al. (1992b)
Reaktivität des Sympathikus	hoch	gering	KORTE et al. (1992b) BOHUS et al. (1987) FOKKEMA et al. (1995)
Reaktivität des Parasympathikus	gering	hoch	HESSING et al. (1994a) KORTE et al. (1992b)
Testosteronaktivität	hoch	gering	De RUITER et al. (1992)

HPA-Achse = Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-System

2.3.2.3 Beanspruchung beim Melken

Die Belastung, die das Melken für die Kuh darstellt, wird seit dem flächendeckenden Einsatz maschineller Melkverfahren untersucht. Dabei steht traditionell die Optimierung des Melkvorganges und der Melktechnik im Vordergrund. Zunehmend werden aber auch Befindlichkeiten der Tiere berücksichtigt.

2.3.2.3.1 Neuheit der Situation/ unbekannte Melkumgebung

Das Einmelken nach der ersten Abkalbung stellt für die Tiere eine völlig unbekannte Situation dar und wird deshalb als große Belastung angesehen. Es konnte experimentell nachgewiesen werden, dass allein der Aufenthalt in einer unbekannten Umgebung bei Kühen Stress erzeugt. Dieser Tatbestand wird z.B. bei Novel-Environment-Tests genutzt (z.B. GRIGNARD et al. (2000), aber auch zur experimentellen Erzeugung von MES angewandt (PFEILSTICKER 1995, MAČUHOVÁ et al. 2002).

PFEILSTICKER (1995) fand beim Melken von Kühen in ungewohnter Umgebung erhöhte Prolactin-, Beta-Endorphin- und Cortisolwerte sowie veränderte Verhältnisse und Mengen der Gemelksfraktionen. Die Werte normalisierten sich im Verlauf der ersten vier Melkzeiten. Somit konnten die Veränderungen eindeutig auf die Belastung durch die neue Melkumgebung zurückgeführt werden. Ebenso konnten WEISS et al. (2004) bei Untersuchungen während der Umgewöhnung von Kühen vom konventionellen auf das automatische Melken erhöhte Herzraten beim ersten Besuch des Automatischen Melksystems (AMS) feststellen. Die erste Melkung im AMS erfolgte beim 8. Besuch. Dort waren die Herzraten vergleichbar mit denen im konventionellen Melkstand. Es konnte kein Anstieg von Cortisolmetaboliten im Kot während der Umgewöhnungsphase nachgewiesen werden. Allerdings wurde bei der ersten Melkung im AMS im Mittel nur 68 ± 7 % der normalen Milchmenge (Minimum 8 %, Maximum 96 %) ermolken, was auf eine gestörte Milchejektion bei den meisten Kühen hindeutete.

DAS und DAS (2004) wiesen nach, dass Färsen, die während der Hochträchtigkeit durch regelmäßige Massage des Euters an das Melken gewöhnt wurden, nach der Kalbung im Melkprozess ein signifikant ruhigeres Verhalten, weniger Koten und Urinieren, kürzere Zeiten bis zum Einschießen der Milch und höhere Milchflussraten aufwiesen. Die Autoren deuten das als Ergebnis verringerter Furcht durch Gewöhnung an die Situation.

Es kann somit als nachgewiesen gelten, dass die neue Umgebung und das ungewohnte Melken Stress verursacht und MES auslösen kann und dass Gewöhnung zu einer Verringerung der Belastung und der damit verbundenen Symptome führt.

2.3.2.3.2 Melkverfahren

Dass maschinelles Melken in jedem Fall eine Belastung darstellt, ist erkennbar an einem generellen Anstieg stressrelevanter physiologischer Parameter. So ermittelten ROYLE et al. (1992) einen Anstieg der Herzfrequenz während des Melkprozesses. Bis 15 Minuten nach dem Melken war die Herzfrequenz wieder auf den Ausgangswert gesunken. Ebenso konnte ein Anstieg des Blutcortisolspiegels während des Melkprozesses beobachtet werden (PFEILSTICKER 1995). Dieser Anstieg erfolgt nicht während des Saugaktes des Kalbes (LUPOLI et al. 2001). Allerdings ist dieser leichte Cortisolanstieg nicht auf die Ausschüttung von ACTH, wie sie unter akutem Stress erfolgt, zurückführbar (TANCIN et al. 2000). Die Ursachen für den generellen Cortisolanstieg beim maschinellen Melken sind noch unklar. Fest steht jedoch, dass er nicht Ursache für MES ist. Es müssen zusätzliche Stressoren auftreten, um eine MES auszulösen.

KLÖPZIG et al. (1989) nutzte Hirnstrommessungen, um die Beanspruchung der Tiere durch verschiedene Melkverfahren zu beurteilen. Es konnte nachgewiesen werden, dass unterschiedliche Melkverfahren unterschiedliche Belastungen darstellen. So lagen die EEG-Frequenzen beim Melken mit Intervall - Druckluft auch nach der Eingewöhnungszeit deutlich über denen des herkömmlichen Melkverfahrens (Impulsa-Kannenmelkanlage, 50kPa, 50:50). Neben dem Effekt des Melkverfahrens kann hier jedoch ein Einfluss der Gewöhnung nicht völlig ausgeschlossen werden.

Der Einfluss verschiedener Melkverfahren und -routinen auf die Höhe der Oxytocinausschüttung wurden von mehreren Autoren untersucht. GOREWIT et al. (1983) und DZIDIC et al. (2004) überprüften den Einfluss von verschiedenen Varianten der Eutervorbereitung am AMS auf die Oxytocinausschüttung während des Melkens. Es konnten Unterschiede im zeitlichen Verlauf, nicht aber in der Höhe des Plasmaoxytocingehaltes im Blut nachgewiesen werden.

Kühe, die von ihren Kälbern besäugt wurden, wiesen höhere Oxytocinwerte im Blut auf als die Vergleichsgruppe mit maschinellem Melkverfahren (LUPOLI et al. 2001).

Alle Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, dass Melken als solches eine mehr oder weniger große Belastung für das Tier darstellt. Bei keinem der untersuchten Verfahren war die Belastung so groß, dass allein durch das Melkverfahren stressinduziert eine MES auftrat. Mit allen untersuchten Melkverfahren war ein ordnungsgemäßer Milchentzug möglich.

2.3.2.3.3 Art / Bauweise / Funktion des Melkstandes

WENZEL (1999) verglich die durch das Melken induzierte Belastung der Tiere in verschiedenen Melkständen (Automatisches Melksystem versus Fischgrätenmelkstand). Sie ermittelte höhere Blutcortisolwerte und eine höhere Herzschlagfrequenz während des Melkens im AMS. Der Unterschied war jedoch nicht statistisch abzusichern. Der Verlauf der

Herzschlagfrequenz scheint melkstandspezifisch zu sein und von den jeweiligen Anforderungen abzuhängen, die der Melkstand an die Kuh stellt. So ist z.B. die Herzfrequenz im Vorwartebereich des FGM während der Wartezeit niedrig und steigt erst kurz vor dem Eintrieb an, während beim AMS ein ständiges Steigen der Herzfrequenz über die Wartezeit zu verzeichnen ist.

Eine mögliche Erklärung hierfür wäre, dass das Tier beim FGM weiß, dass erst wieder etwas von ihm verlangt wird, wenn ihm bekannte Zeichen des bevorstehenden Eintriebes zu sehen sind (Austrieb der bereits gemolkenen Tiere, entsprechende Geräusche, Erscheinen des Treibers usw.). Bis dahin kann es entspannt abwarten. Die Kuh vorm AMS hingegen weiß, dass sie selbst aktiv werden muss, um in den Melkstand zu gelangen. Sie muss verhindern, dass sie von anderen abgedrängt wird. Hierbei ist kein entspanntes Abwarten möglich (eigene Anmerkung).

Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch UMSTÄTTER (2002). Sie ermittelte die niedrigsten Herzfrequenzwerte für Tiere am AMS mit geregelter Kuhverkehr. Bei freiem Kuhverkehr waren die Werte höher und stiegen bereits 30 Minuten vor dem Melken an. Auch hier lässt sich das Ergebnis im Sinne einer höheren Beanspruchung durch höhere Eigenverantwortlichkeit der Tiere und mehr sozialen Stress deuten. Die höchsten Werte wurden jedoch bei den Tieren an der Rohrmelkanlage gemessen. Die Ursache vermutet die Autorin in der Fixierung der Tiere.

HOPSTER et al. (2002) fanden beim Vergleich des AMS mit einem Tandemmelkstand (TDM) vor dem Einlass in den Melkstand höhere Herzfrequenzen bei den Tieren, die im TDM gemolken wurden und im Vorwartehof standen. Die AMS-Tiere warteten in einem abgrenzbaren Bereich des Laufstalles in den Liegeboxen. Zu Beginn des Melkens zeigten die Tiere im Tandemmelkstand signifikant höhere Adrenalin- und Noradrenalinwerte und niedrigere Cortisolwerte im gesamten Melkverlauf. Der Verlauf der Oxytocinkurve war den unterschiedlichen Melkverfahren entsprechend und im Mittel nicht signifikant verschieden.

ABENI et al. (2005) maßen bei Kühen einer Herde vom 14. Tag a.p. bis 154. Tag p.p. Blutcortisolwerte. Die Tiere befanden sich zusammen im Stall und wurden zur Hälfte in einem traditionellen Melkstand (nicht näher beschrieben) und zur Hälfte im AMS gemolken. Bei beiden Gruppen wurden zusätzlich Stoffwechseluntersuchungen durchgeführt und die Milchleistungen erfasst, um metabolisch bedingte Unterschiede in der Stressbelastung ausschließen zu können. Die AMS-Tiere wiesen bei gleichen Ausgangsvoraussetzungen über den gesamten Laktationszeitraum chronisch erhöhte Cortisolbasalwerte auf. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass das AMS chronischen Stress induziert, halten aber weitere Untersuchungen für nötig.

In einem ähnlichen Versuch, bei dem während des Melkvorganges Blutcortisolproben genommen wurden, hatte HAGEN et al. (2004) ähnliche Ergebnisse erhalten. Sie schlussfolgerten, dass die Ursache der stärkeren Stressreaktion nicht im Melkvorgang selbst, sondern in den anderen Anforderungen, die ein AMS an das Tier stellt, zu suchen sind.

Zusammenfassend ergibt sich folgendes Bild: Der Grad der Belastung, den das Melksystem darstellt, steigt an, wenn die Nutzung desselben mit sozialen Konflikten und Eigenverantwortlichkeit verbunden ist.

In den letzten Jahren sind zunehmend Lärm, Vibrationen und Kriechstrom als Stressbelastung beim Melken untersucht worden. HENKE DRENKARD et al. (1985) untersuchten die Einwirkung gezielt verabreichter Kriechströme (0, 4 bzw. 8 mA) auf das Melkverhalten und physiologische Parameter von Kühen. Ab 4 mA wurde bei jedem Tier eine Verhaltensreaktion beobachtet, manche Tiere reagierten jedoch auch auf geringere Dosen. Ein Einfluss auf das Milchabgabeverhalten und auf die Zellzahl (SCS) konnte nicht nachgewiesen werden, allerdings wurde bei der Verabreichung von Strom mit 8 mA ein verspäteter Oxytocinanstieg und ein überdurchschnittlicher Cortisolanstieg während des Melkprozesses beobachtet. Während bei der Variante mit 0 mA keine Veränderung des Prolaktinspiegels durch den Melkprozess eintrat, wurde proportional zur steigenden Stromstärke ein signifikanter Anstieg beobachtet.

Ein ähnlicher Versuch von LEFCOURT et al. (1985) konnte mit steigender Stromstärke ebenfalls unruhigeres Verhalten, verspäteten Oxytocinanstieg, steigende Prolactinwerte, zusätzlich ein Sinken der Gemelksmenge, ein leichtes Ansteigen der Melkdauer und einen Anstieg der Zellzahl registrieren. In einem zweiten Versuch konnte nur ein Ansteigen der Herzfrequenz und verändertes Verhalten, jedoch kein Anstieg der Prolactinwerte nachgewiesen werden (LEFCOURT et al. 1986). Die Autoren schlussfolgern, dass die Einzelparameter nicht notwendigerweise korrelieren. Zudem vermuten sie, dass Stromschocks in der verwendeten Stärke (bis 12,5 mA bei 60 Hz) für Kühe einen kleinen Stressor darstellen, da sie erheblich stärker wirkenden (sozialen) Stressoren im täglichen Haltungsumfeld ausgesetzt sind.

Hinsichtlich der Lärmbelastung (=Luftschall) im Melkstand, die einem Melker zumutbar ist, gelten laut ARBEITSSTÄTTENVERORDNUNG (2004) 85 dB (A) noch als zulässig. Experten gehen aber davon aus, dass der Grenzwert zu hoch angesetzt ist und 65 - 70 dB (A) dauerhaft nicht überschritten werden sollten. Bei einer Auswertung von 61 Melkständen überschritt in rund einem Drittel der Lärm die 70 dB (A) - Grenze (BEHREND 2003). Richtwerte für die maximal zumutbare Lärmbelastung der Kuh gibt es hingegen nicht.

Aktuelle Ergebnisse hinsichtlich der Auswirkung von Lärm (=Luftschall) und Vibration (=Körperschall) auf die Kuh kommen aus der Schweiz (NOSAL et al. 2004). Die Autoren untersuchten die Auswirkung einer Melkstandsaniegerung hinsichtlich dieser Stressoren in 12 Betrieben und konnten ein Sinken der Zellzahl nach der Sanierung feststellen. Dabei hatten die Vibrationen einen stärkeren Einfluss als der Lärm. Allerdings wurden andere zellzahlbeeinflussende Umweltfaktoren nicht erfasst. Die Autoren geben als Richtwerte für die Belastung von Kühen in Melkständen $< 0,3 \text{ m/s}^2$ Körperschall und $< 70 \text{ dB (A)}$ Luftschall an. KAUKE (2006) induzierte gezielt verschieden starke Vibrations- und Lärmbelastungen auf Kühe in einem Versuchsmelkstand. Hier konnte festgestellt werden, dass sich der Lärm allein nicht negativ auf die Herzfrequenz auswirkte, wohl aber die Vibration und die Kombination aus Lärm und

Vibration. Letztere führte zu einer Erhöhung der Herzfrequenz um ca. 7 Schläge/Minute. Ein Einfluss auf die Zellzahl konnte nicht nachgewiesen werden. Die Autorin vermutet, dass der Grund hierfür in der künstlich erzeugten Vibration zu suchen ist, die nicht zu Vakuumschwankungen führt. Im Gegensatz dazu waren bei NOSAL et al. (2004) mit dem Auftreten von Vibrationen z.T. starke Vakuumschwankungen verbunden.

2.3.2.4 Beanspruchung durch die Haltungsumwelt im Abkalbezeitraum

2.3.2.4.1 Management der Abkalbung

Die Abkalbung erfolgt in den meisten Betrieben in einem separaten Abkalbebereich. Es existieren hier alle erdenklichen Haltungsformen: von der Anbindehaltung über die Gruppenhaltung bis hin zur Einzelabkalbebox. Letztere wird häufig aufgrund ihrer hygienischen Vorteile, aber auch hinsichtlich der Ruhe, die das Tier dort während des Abkalbevorganges hat, favorisiert. Unberücksichtigt bleibt dabei, dass das Rind ein Herdentier ist. Das Getrenntsein von seinen Gruppengefährten ist meist völlig ungewohnt. Isolation wird bei Versuchen mit Rindern in vielen Untersuchungen als Belastungsfaktor eingesetzt (z.B. RUSHEN et al. 1999, MUNKSGAARD et al. 1996, FÆREVIK et al. 2005, APPLE et al. 2005, PILLER et al. 1999). Die isolierten Versuchstiere wiesen im Vergleich zur Kontrollgruppe verminderte Schmerzempfindlichkeit, erhöhte Vokalisation, gesteigerte Lokomotion, erhöhte Herzfrequenz und einen erhöhten Cortisolpeak auf und suchten gezielt nach möglichst bekannten Artgenossen. Die Isolation des Herdentieres Rind stellt somit nachgewiesenermaßen eine starke Belastung dar.

Weiterhin werden Einzelabkalbeboxen häufig nicht optimal bewirtschaftet. Die Einstellung der Tiere erfolgt oft erst nach Beginn der Austreibungsphase, so dass der Geburtsprozess nicht ungestört abläuft.

In einer Umfrage, bei der 271 sächsische Betriebe ausgewertet wurden, hatte die Gruppe der Betriebe, die Einzelabkalbeboxen für die Kalbung nutzen, signifikant mehr MES (GEIDEL et al. 2005).

Ebenso ist es für den Vorgang der Milchejektion und hinsichtlich der Belastung für das Tier nicht unerheblich, ob und wie lange das Kalb an der Mutter verbleibt. HOPSTER et al. (1995) ermittelte bei sofortiger Wegnahme des Kalbes von der Mutter keinen Cortisolanstieg und keinen Leistungsabfall, wie er im Gegensatz dazu bei späterer Trennung von Kalb und Mutter auftrat. TANCIN et al. (2001a) konnten nachweisen, dass Erstkalbinnen, die zusammen mit ihrem Kalb gehalten wurden, niedrigere Plasmaoxytocinwerte zur ersten Melkung hatten als die Tiere der Vergleichsgruppe, die sofort von ihren Kälbern getrennt wurden. Wurden die Kälber erst nach einigen Tagen von der Mutter getrennt, kam es bei dieser wiederum zu erniedrigten Oxytocinausschüttungen und einem Absinken der ermolkenen Milchmenge während der darauffolgenden Melkzeit.

COMBELLAS et al. (2002) fanden bei einer randomisierten Untersuchung an Bos indicus x Bos taurus-Kreuzungstieren, dass die Anwesenheit des (z.T. saugenden) Kalbes eine solche Steigerung der Milchmenge zur Folge hatte, dass mehr Verkaufsmilch ermilken wurde, als bei der Vergleichsgruppe, die ohne Anwesenheit des Kalbes gemolken wurde.

Einigkeit besteht somit darüber, dass das Saugen des Kalbes den größten Stimulus für die Milchejektion darstellt und es bei der Kuh zu einer Konditionierung (= Erlernen von Reiz-Reaktions-Mustern) auf das Kalb kommt, wenn dieses bei der Mutter verbleibt. Nach erfolgter Konditionierung löst eine Trennung bei der Kuh Stressreaktionen aus, die MES zur Folge haben können.

Ebenso hat der Verbleib bei der Mutter nachhaltigen Einfluss auf die Entwicklung des Kalbes und damit auf dessen stressrelevante Eigenschaften als zukünftige Milchkuh. KROHN et al. (2002) wandten experimentell fünf unterschiedliche Verfahren der Kälberaufzucht im nachgeburtlichen Zeitraum an:

- Gruppe 1 - Kalb sofort von Mutter getrennt und positiver Kontakt zum Betreuer
- Gruppe 2 - Kalb sofort von Mutter getrennt und kein Kontakt zum Betreuer
- Gruppe 3 - Kalb 4 Tage bei Mutter und positiver Kontakt zum Betreuer
- Gruppe 4 - Kalb 4 Tage bei Mutter und kein Kontakt zum Betreuer
- Gruppe 5 - Kalb 4 Tage ohne Kontakt zum Betreuer bei der Mutter, dann Trennung von der Mutter und positiver Kontakt zum Betreuer

Danach wurden alle Kälber in Einzelhaltung mit minimalen Kontakt zu Menschen gehalten. Verhaltenstests bei Konfrontation mit einer unbekannten Person am 20., 40. und 55. Tag ergaben, dass die Kälber der Gruppen 1 und 5 schneller Kontakt zur Versuchsperson aufnahmen als die anderen Gruppen. Die Autoren schlussfolgern, dass die Anwesenheit der Mutter in den ersten Lebenstagen bewirkt, dass sich das Kalb ausschließlich auf sie prägt und daher auch später nur geringe Motivation besteht, Kontakt mit Menschen aufzunehmen. Für beide, Kuh und Kalb, sind (möglicherweise dauerhafte) Unterschiede in der Ausprägung physiologischer Regelmechanismen in Abhängigkeit des Managements in der Prägephase nachgewiesen (LUPOLI et al. 2001).

2.3.2.4.2 Aufstallung / Rangkämpfe / Gruppenzusammensetzung

Die Haltung von Milchkühen erfolgt heute unter Voraussetzungen, die nicht dem natürlichen Lebensraum von Rindern entsprechen. Das Tier ist zur Anpassung und Kompensation gezwungen. Es wurden einzelne Aspekte der modernen Milchrindhaltung auf den Grad der Belastung hin untersucht, die sie für das Tier darstellen.

Der Möglichkeit zu tiergerechtem, ungestörtem und langem Liegen kommt vor allem bei hochleistenden Tieren eine große Bedeutung zu. Milchkühe befriedigen zuerst ihren

Liegebedarf, notfalls auf Kosten der Fresszeit und der sozialen Kontakte innerhalb der Tiergruppe (MUNKSGAARD et al. 2005). Kann der Liegebedarf nicht befriedigt werden (Deprivation), kommt es zu Stress, erkennbar an erhöhten ACTH- und Cortisolwerten. Ein Vergleich mit einer weiteren Tiergruppe, die Isolation als bekanntermaßen starkem Stressor ausgesetzt wurde, ergab, dass die Deprivation als die größere Belastung einzustufen ist, obwohl sich aus der Verhaltensbeobachtung allein ein anderer Schluss ergeben hätte (MUNKSGAARD et al. 1996).

HUZZEY et al. (2006) untersuchten, inwieweit die Belegungsdichte das Fressverhalten von Milchkühen beeinflusst. Ergebnis dieser Studie war, dass mit steigender Belegungsdichte die durchschnittliche Fresszeit pro Kuh und Tag abnahm, die Wartezeit auf einen Fressplatz und die Anzahl der Aggressionen zunahm.

Bei der Gestaltung des Fressplatzes haben sich weitgehend zwei Bauvarianten durchgesetzt: das Fressgitter und das Nackenrohr. HUZZEY et al. (2006) untersuchten den Einfluss der Fressplatzbauweise auf das Fressverhalten in Abhängigkeit vom sozialen Rang der Tiere. Er kam zu dem Ergebnis, dass bei Fressplätzen mit Nackenrohr bei gleicher Belegungsdichte längere Fresszeiten realisiert werden konnten und die Tiere kürzere Zeit im Fütterungsbereich auf einen Fressplatz warten müssen. Allerdings wurden rangniedere Tiere signifikant häufiger vom Fressplatz verdrängt, als bei Fressgittern. Die Verdrängung nahm mit steigender Belegungsdichte zu.

Daraus lässt sich ableiten, dass in gemischten Färsen-Kuh-Gruppen Fressgittern der Vorzug zu geben ist, vorausgesetzt es ist ein Tier-Fressplatz-Verhältnis von 1:1 annähernd realisierbar.

Das Halten von primiparen Kühen zusammen mit multiparen in einer Tiergruppe wird schon seit langem als Problem gesehen, da primipare Kühe aufgrund ihrer geringeren Lebendmasse fast immer niedrige Rangpositionen einnehmen (ARAVE et al. 1977, BAEHR 1983) und bei fehlenden Ausweichmöglichkeiten häufig den Aggressionen der älteren Kühe ausgesetzt sind. Der Wechsel aus der Gruppe gleichaltriger Tiere in eine gemischte Gruppe erfolgt meist einige Wochen vor bzw. einige Tage bis Wochen nach der Abkalbung. Nur wenige große Betriebe sind in der Lage, Erstlaktierende in einer separaten Gruppe zu halten. Die Eingliederung in eine gemischte Gruppe ist für die Erstlaktierenden jedoch in fast jedem Fall mit einem Wechsel in eine niedrigere Rangposition verbunden. DOBSON et al. (2000) konnten nachweisen, dass eine Veränderung der Rangposition in der Gruppe einen so starken Stressor für das Tier darstellt, dass davon die Fruchtbarkeitsergebnisse beeinflusst wurden. Er stellte bei Rangwechsel in niedrigere Hierarchieebenen verlängerte Zwischentragezeiten, erhöhte Besamungsindizes und Zellzahlen, sowie sinkende Milchleistungen fest. BACH et al. (2006) verglichen die Haltung von erstlaktierenden Kühen als separate Gruppe mit der Haltung der Erstlaktierenden zusammen mit multiparen Kühen in einer AMS-Herde. Erstlaktierende, die separat gehalten wurden, fraßen

die selbe Futtermenge, aber in kürzerer Zeit, nahmen besser zu, gaben aber genauso viel Milch wie die Vergleichsgruppe.

Der Rang beeinflusst den Tagesablauf einer Kuh, also deren Möglichkeit, ihrem arttypischen Aktivitätsrhythmus zu folgen. Dieser Umstand wird seit Einführung der ersten AMS wieder intensiv untersucht. KETELAAR-de LAUWERE et al. (1996) fanden, dass rangniedrige Kühe längere Zeit auf einen Fressplatz warten müssen und kürzere Liegezeiten pro Tag hatten. WENZEL (1999) untersuchte Kühe im Bereich Vorwartehof - Melken - Abtrieb. Er fand keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen dem Rang eines Tieres und dessen Blutcortisolwerten im Verlauf des Melkens, obwohl rangniedrige Tiere beim Eintritt in das AMS benachteiligt waren. Auch MELIN et al. (2006) konnten für niederrangige Tiere längere Wartezeiten vorm AMS ermitteln.

BACH et al. (2006) verglichen die Erstlaktierenden zweier Tiergruppen einer AMS- Herde, wovon eine Gruppe nur aus primiparen, die andere aus primi- und multiparen Tieren bestand. Die separat gehaltenen Erstlaktierenden erzielten im Mittel eine höhere Besuchshäufigkeit am AMS und am Fressplatz, benötigten weniger Zeit für die Futteraufnahme und erzielten eine höhere Futtereffizienz bezogen auf die Milchleistung als die Vergleichsgruppe.

BAEHR (1983) ermittelte für Färsen einen niedrigeren Dominanzindex (entspricht niedrigerem Rang) als bei Kühen. Bei älteren Kühen findet sie keinen Zusammenhang zwischen Alter und Rang mehr. Ein niedrigerer Rang hatte trotz häufiger Verdrängung durch hochrangige Tiere keinen Einfluss auf die aufgenommene Futtermenge am Kraftfutterautomaten. Allerdings brauchten rangniedrige Tiere längere Fresszeiten, wiesen ein ruhigeres Fressverhalten auf, verbrachten weniger Zeit in den Liegeboxen und davon standen sie auch noch einen wesentlich größeren Teil der Zeit als ranghohe.

LEFCOURT et al. (1999) fand bei Dauermessungen bei Kühen im Stall Herzfrequenzen zwischen ca. 45 und 180 Schlägen pro Minute, wobei niedrige Werte beim Liegen, hohe bei sozialen Konflikten auftraten. Dabei reichte als sozialer Stressor die bloße Anwesenheit der ranghöheren Kuh aus, um eine solch starke Reaktion der Herzfrequenz hervorzurufen.

Nach SAMBRAUS (1978) halten Kühe auf der Weide eine Ausweichdistanz von bis zu 3 m (Kopfabstand) zueinander ein. Die größten Distanzen benötigen in der Hierarchie weit voneinander entfernte Tiere. Behornung der Tiere steigert den Platzbedarf. Ein Eindringen in den Distanzbereich wird entweder mit Angriff (dominantes Tier) oder Flucht (submissives Tier) beantwortet. Unter den heute in Sachsen vorherrschenden Laufstallbedingungen ist sowohl das Einhalten der nötigen Ausweichdistanz als auch eine Flucht vielfach aus Platzgründen nicht möglich. Nach SAMBRAUS (1978) kommt es dadurch entweder zu verstärkten Rankämpfen oder zu einer generellen Verringerung der Tieraktivität, beides Zeichen für eine belastende Situation. Vor allem für Färsen in gemischten Kuh-Färsen-Gruppen kann das ein Problem werden.

Ein weitere Ursache für Stress stellen Umgruppierungen dar. Das Tier wird dabei häufig in eine ihm unbekannte Umgebung verbracht. Die davon ausgelöste Beanspruchung wurde bereits im Abschnitt 2.3.2.3.1 erläutert. Die mit einer Umgruppierung verbundenen Rankkämpfe stellen einen zusätzlichen Stressor dar. Rankkämpfe in der Gruppe treten vor allem in den ersten zwei Tagen nach der Umstellung auf, von einer stabilen Rangordnung kann jedoch meist erst nach 3 Wochen gesprochen werden (SAMBRAUS 1978). RAUSSI et al. (2005) verglichen das Verhalten von konstanten Tiergruppen mit Gruppen ständig wechselnder Zusammensetzung. Dabei konnte festgestellt werden, dass ein wiederholtes Umgruppieren keine Veränderung des individuellen Sozialverhaltens bewirkte. Es konnte lediglich eine höhere Bewegungsaktivität und ein häufigerer Aktivitätswechsel, also mehr Unruhe in der Gruppe, beobachtet werden. Allerdings wurde ein gewisser Trainingseffekt verzeichnet, der sich in der schnelleren Erreichung einer stabilen Rangordnung bei an Umstellungen gewöhnten Tieren zeigte.

Bei einem ähnlichen Versuch von GUPTA et al. (2005) konnten bei der Umstellungsgruppe ab der ersten Umstellung erhöhte Cortisol-, Albumin- und Harnstoffwerte im Blut nachgewiesen werden. Ein wiederholtes Umstellen verstärkte den Effekt nicht.

TAKEDA et al. (2003) ermittelten, dass bei Stresstests von den Tieren einer Gruppe umso geringere Stressreaktionen (Verhalten, Herzrate) gezeigt wurden, je bekannter die Tiere untereinander waren und je grösser die Tiergruppe war. Der soziale Verband der Herde half dem Einzeltier, Stress besser zu bewältigen.

Zusammenfassend können folgende Schlüsse gezogen werden: Die Wirkung von Umgruppierungen auf das Tier hat zwei Aspekte. Einerseits stellen sie an sich eine Belastung dar, andererseits bewirken sie durch Trainingseffekte eine erhöhte Stresstabilität der trainierten Tiere bei nachfolgenden Gruppenwechseln.

Umgruppierungen sind bei den heutigen Bestandesgrößen unvermeidbar. Der dabei auftretende Stress kann jedoch minimiert werden, indem immer Tiergruppen, niemals einzelne Tiere umgestellt werden und das Umstellen bereits im Färsenbereich „geübt“ wird. Ersteres ist vor allem beim Einstellen in die Abkalbebox häufig nicht gewährleistet, Letzteres bei den in Sachsen vorherrschenden Bestandesgrößen fast immer gegeben.

2.3.2.5 Beanspruchung durch den Kontakt mit Menschen

Bei Rindern, die unter weitestgehend natürlichen Bedingungen auf der Weide und im Herdenverband gehalten werden (Mutterkuhhaltung), erfolgt beim Kalb eine ausschließliche Prägung auf die Mutter und damit auf die eigene Art (SAMBRAUS 1978). Ein so geprägtes Tier wird lebenslang wenig Motivation entwickeln, den Kontakt zu Menschen zu suchen. In der intensiven Milchrindhaltung erfolgt meist keine eindeutige Prägung des Kalbes auf die Mutter mehr, da das Kalb nicht lang genug bei der Mutter verbleibt. Vielmehr kann es hier zur Umorientierung auf den Menschen kommen, die soweit gehen kann, dass sich ein Tier im sozialen Verband der Herde nicht mehr einordnen kann (SAMBRAUS 1978). Stark auf den

Menschen geprägte Tiere werden als zutraulich, den menschlichen Kontakt suchend, aber auch als niederrangig in der Gruppe und soziale Außenseiter beschrieben.

Nicht klar ist, welches Tier-Mensch-Verhältnis wünschenswert erscheint. Zum einen wird davon ausgegangen, dass ein möglichst intensives und enges Tier-Mensch-Verhältnis anstrebenswert ist, weil es den Umgang mit den Tieren erleichtert und den Stress, der dem Tier durch menschlichen Kontakt entsteht, mindert. Zum anderen ist eine gute soziale Bindung und die Vermeidung von sozialem Stress innerhalb der „Lebensumwelt Tiergruppe“ durch eine eindeutige Prägung auf die eigene Art wünschenswert.

Die Antwort auf die Frage nach dem „optimalen“ Mensch-Tier-Verhältnis wird in Abhängigkeit vom individuellen Charakter des betreuenden Personals, der Tiere und der Bestandesgröße sicherlich in jeder Herde anders ausfallen. Herdenspezifisch im Tier-Mensch-Verhältnis ist belegt. ROUSING et al. (2005) konnten bei Kälbern herdenabhängige Reaktionen auf Testpersonen nachweisen: Während in einigen Herden die bekannte Testperson durch die Kälber bevorzugt wurde, ließen sich in anderen Herden die Kälber lieber von der unbekannten Person streicheln. Ein Wiederholungsversuch brachte annähernd gleiche Ergebnisse.

Inwieweit der Umgang mit dem Menschen für das Tier eine Belastung darstellt bzw. Stress mindern kann, wurde in den letzten Jahren intensiv untersucht.

RUSHEN et al. (2001) untersuchten, ob das Beruhigen der Tiere durch eine bekannte Person beim Melken in ungewohnter Umgebung die Belastung für die Tiere mindert. Sie konnten nachweisen, dass bei Anwesenheit einer bekannten Person die Tiere weniger trippeln, koten, harnen und Lautäußerungen zeigen als die Tiere der Vergleichsgruppe, die nicht beruhigt wurden. Zudem war die Herzrate der beruhigten Tiere niedriger. Auf den Oxytocin- und Cortisolspiegel im Blut sowie die Milchmenge hatte das Beruhigen der Tiere keinen Einfluss. Bemerkenswert war das Ergebnis, dass die Tiere der Kontrollgruppe, die weiterhin in gewohnter Umgebung und mit normaler Melkroutine und weitestgehend unbeobachtet gemolken wurden, am häufigsten das Melkzeug abschlugen. Das lässt den Schluss zu, dass Tiere eher Abwehrreaktionen zeigen, wenn sie sich sicher und unbeaufsichtigt fühlen. Das sehr ruhige Verhalten der Versuchstiere kann somit auch Zeichen für Furcht sein. Dies bestätigten auch die Ergebnisse eines weiteren Versuches von RUSHEN et al. (2001), bei dem untersucht wurde, wie die Furcht vorm Menschen das Verhalten und die Milchleistung beeinflusst. Hierbei wurden Tiergruppen jeweils negativer bzw. positiver Behandlung durch Versuchspersonen ausgesetzt. Die Furcht der Tiere vor der Versuchsperson wurde anhand eines Distanztests eingeschätzt. Bei einem Teil der Tiere war die Versuchsperson dann beim Melken anwesend. Die Anwesenheit einer fremden Person beim Melken bewirkte keine Veränderungen bei Milchleistung, Residualmilchanteil, Melkdauer und Verhalten (trippeln, schlagen). War eine als „böse“ bekannte Person beim Melken anwesend, standen die Tiere ruhiger und bewegten den Schwanz weniger. Auch hier lässt sich ableiten, dass ein besonders ruhiges Verhalten ein Zeichen von Furcht ist.

WELP et al. (2004) ermittelten zudem, dass die Furcht vor einer als „böse“ bekannten Person auch nach mehrfachem neutralem Kontakt nicht abnahm. Eine negative Behandlung des Tieres belastet somit dauerhaft die Tier-Mensch- Beziehung.

Verschärfend kommt hinzu, dass der Umgang mit Einzeltieren das Verhalten der gesamten Herde beeinflussen kann. RUSHEN et al. (2001) konnte eine Verringerung der Distanz zur Versuchsperson mit steigender Wiederholungszahl sowohl bei den positiv behandelten Tieren, als auch bei den zuschauenden Stallgefährtinnen feststellen.

PAJOR et al. (2000) untersuchten, welche gebräuchlichen Methoden beim Treiben von Rindern negativ zu bewerten sind. Dazu mussten die Tiere eine Versuchstrecke entlanglaufen. Es wurden folgende Reize getestet: Futter am Ende der Versuchstrecke, Bürsten der Tiere, lautes Treiben, Schlagen, Verdrehen des Schwanzes, Einsatz eines elektrischen Treibegerätes sowie das Weglassen jedes Anreizes als Kontrollgruppe. Am schnellsten durchliefen die Tiere die Versuchstrecke, wenn sie am Ende Futter bekamen. Am längsten dauerte der Treibevorgang bei lautem Geschrei, Schlagen und dem Einsatz des elektrischen Treibers.

JAGO et al. (1999) untersuchten verschiedene Varianten des positiven Umganges (streicheln, füttern) mit Kälbern auf dessen Verhalten und Stresssensibilität. Er fand, dass die durch Menschen gefütterten Kälber am stärksten zur Kontaktaufnahme zu unbekannten Personen motiviert waren. Streicheln bewirkte keine Verhaltensänderung. Bei einem anschließenden Test (Konfrontation mit einer neuen Umgebung) konnten keine eindeutigen Zusammenhänge zwischen der Art des Umganges mit den Tieren und dem Verhalten gefunden werden. Hier überwog scheinbar der individuelle Charakter der Tiere den Einfluss der Behandlung.

HEMSWORTH et al. (2002) untersuchten in insgesamt 37 Herden mit 150-350 Kühen den Einfluss des Umganges mit den Tieren durch das betreuende Personal. Dazu wurde zunächst der Ist-Zustand ermittelt (Furchtsamkeit der Tiere, Verhalten, alle verhaltensbeeinflussenden Faktoren). Danach wurde jeweils ein Teil der Herde nach festgelegtem Reglement durch das Personal besonders intensiv und positiv betreut. Nach dieser Phase war bei den intensiv betreuten Tieren die Fluchtdistanz kleiner, der Cortisolspiegel niedriger und die Milchleistung höher als bei der Kontrollgruppe, was als Zeichen verringerter Furcht zu werten ist. Auch hier zeigte die Gruppe mit mehr Furcht, also die Kontrolltiere, ein ruhigeres Melkverhalten.

WAIBLINGER et al. (2003) fanden bei experimentell positiv behandelten Tieren unter Testbedingungen (künstliche Besamung) niedrigere Herzfrequenzen, als bei normal behandelten Tieren. Bei Anwesenheit des als positiv bekannten Tierpflegers verhielten sich die Tiere ruhiger, als bei Anwesenheit keiner oder einer fremden Person. Jede der Versuchsgruppen hatte mit der als positiv bekannten Person die meisten positiven Interaktionen.

2.3.2.6 Endogene Faktoren, die Beanspruchung darstellen

2.3.2.6.1 Milchleistung

BEERDA et al. (2004) gingen der Frage nach, ob eine hohe Milchleistung die Anpassungsfähigkeit von Milchkühen beeinflusst. Der Fragestellung lag die These zugrunde, dass durch den erhöhten metabolischen Stress bei hohen Milchleistungen die Funktion der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HPA) verändert ist und dadurch die Kompensationsfähigkeit gegenüber Belastungen herabgesetzt wird. Es wurden zwei Leistungsgruppen (hoch- und niedrigleistend) in der Trockenstehphase jeweils zum Teil angepasst und zum Teil zu energiereich gefüttert. Die überfütterten Gruppen hatten zu Beginn der neuen Laktation schlechtere Stoffwechselwerte, erhöhte ACTH-Blutwerte (=Adrenocorticotrophes Hormon) und z.T. erhöhten Cortisolspiegel. Bei Einwirkung eines zusätzlichen standardisierten Stressors in Form von externen Gaben von Corticotrophin-Releasing Hormon oder ACTH reagierten die überfütterten Tiere mit einem viel höheren ACTH-Ausstoß, als die angepasst gefütterten Tiere. Dabei war der ACTH-Ausstoß umso größer, desto höher die tägliche Milchleistung des Tieres war. Der Cortisolanstieg war bei den hochleistenden Tieren geringer als bei den niedrigleistenden. Der Abfall der Blutwerte auf normales Niveau vollzog sich bei den Fütterungsgruppen gleich schnell. Daraus schlussfolgern die Autoren, dass metabolischer Stress und erhöhte Milchleistung zwar die Funktion der HPA-Achse beeinflusst, nicht jedoch die Anpassungsfähigkeit der Tiere grundsätzlich mindert.

2.3.2.6.2 Krankheit / Beeinträchtigungen

DOBSON et al. (2000) gingen bei ihren Untersuchungen davon aus, dass die Fruchtbarkeit eines Tieres aufgrund der engen funktionellen Verknüpfung der Regelmechanismen der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse und der Hypothalamus-Hypophysen-Ovarien-Achse sensibel auf Stressoren reagiert und deshalb als gutes Indiz für Beanspruchung genutzt werden kann. Sie fanden heraus, dass kranke Milchkühe in Abhängigkeit von der Erkrankungsart einen verspäteten Brunsteintritt, verlängerte Verzögerungszeiten und einen schlechteren Besamungsindex hatten als gesunde Kühe. Sie schlussfolgern, dass Erkrankungen als Stressoren angesehen werden müssen.

ARPE (1996) stellte durch starke Ödematisierung des Euters keine grundsätzliche Beeinträchtigung der Melkbarkeit fest, lediglich ein leicht erniedrigter Milchfluss (Höchster Milchfluss, Durchschnittliches Minutenhauptgemelk) bei gleichzeitig verringerter Milchmenge des Gesamtgemelkes konnte nachgewiesen werden. Eine Untersuchung hinsichtlich der Belastung, die ein Euterödem für das Tier darstellt, erfolgte nicht. Man kann aber davon ausgehen, dass ein stark ödematisiertes Euter Schmerzen verursacht und daher als Stressor angesehen werden kann (eigene Anmerkung).

3 Material und Methode

Die Untersuchungen wurden in 9 Milchviehbetrieben durchgeführt. Eine Darstellung betrieblicher Kennziffern sowie der Haltungsformen und des Managements der Färsen im geburtsnahen Zeitraum befindet sich in Anhang A. Die Bearbeitung der verschiedenen Punkte der Zielstellung erfolgt in methodisch sehr unterschiedlichen Untersuchungsblöcken (Tabelle 5).

Tabelle 5: Untersuchungsblöcke, deren Zielstellung und Datenquelle

Block	Teilthema	Betriebe	Datenquelle
1	Analyse von - Auftreten und Ausprägung von MES - Beziehungen zwischen systematischen Stressoren im peripartalen Zeitraum und dem Auftreten von MES	1 bis 9	Protokolle (Anhang B und C) betriebliche Datenerfassung (Herdenmanagement-programm)
2	Analyse und Bewertung der Beziehungen zwischen dem Auftreten von MES und - dem sozialen Status des Einzeltieres - der Zusammensetzung und Größe der Tiergruppe und - dem Auftreten außergewöhnlicher Stressoren im präpartalen Zeitraum	1 und 2	Videobeobachtung
3	Analyse der Beziehungen zwischen der Stresssensibilität des Tieres und der Ausprägung von MES	1, 2 und 4	Protokollierte Beobachtungen Messungen
4	Analyse der Beziehungen zwischen dem Auftreten von MES und - den Bedingungen, unter denen Erstlingskühe eingemolken werden - beobachteten Stressoren und - der physiologischen Reaktion der Tiere	1 und 2	Protokollierte Beobachtungen Messungen
5	Analyse der genetischen Disposition für MES	1 bis 9	Protokolle (Anhang B und C) betriebliche Datenerfassung (Herdenmanagement-programm) Zuchtunterlagen

Es wird deshalb, abweichend von der üblichen Art der Darstellung, die Methodik spezifisch für jeden Untersuchungsblock in einem Abschnitt des Ergebnisteiles (Abschnitt 4) dargestellt. Dort finden sich alle Angaben zur Datenerfassung und –aufbereitung sowie zu den genutzten statistischen Verfahren und Modellen. Bei der Datenaufbereitung und allen Auswertungen kamen die Programme ACCESS, SPSS 12.0 und EXCEL, bei der genetischen Berechnung zudem das Programm AS Reml 1.0 zum Einsatz.

4 Ergebnisse

4.1 Untersuchungsblock 1:

Analyse von Auftreten und Ausprägung der MES sowie der Beziehungen zu systematischen Einflussfaktoren im peripartalen Zeitraum

4.1.1 Ziel der Untersuchung

Ziel dieses Versuchsblockes ist es, folgende Fragen zu beantworten:

- Welches Tier hat eine Milchejektionsstörung (MES) ? => Definition der Tiere hinsichtlich MES
- Welchen Einfluss haben tierindividuelle und managementbedingte systematische Stressoren im geburtsnahen Zeitraum auf die Ausbildung einer MES?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen MES und nachfolgenden Fruchtbarkeitsproblemen?
- Wie wirkt sich das Auftreten einer MES auf die Laktationsleistung aus?

4.1.2 Methode der einzeltierbezogenen Datenerfassung

Die Erfassung des Auftretens von MES und möglichen Einflussfaktoren erfolgte mittels Fragebögen und betrieblicher Aufzeichnungen (Herdenmanagementprogramm) in einer repräsentativen Gruppe von 9 Untersuchungsbetrieben.

Die Untersuchungsbetriebe wurden so zusammengestellt, dass sie als Stichprobe die im Rahmen der sachsenweiten Umfrage (GEIDEL et al. 2005) ermittelten Verhältnisse widerspiegeln. Um innerhalb des Untersuchungszeitraumes eine genügend große Zahl erfasster Tiere je Betrieb zu erzielen, wurde eine Mindestherdengröße von 350 Milchkühen festgelegt. Betriebe, bei denen die Färsen in einem Melkkarussell eingemolken werden, waren von der Untersuchung ausgeschlossen, da hier das Protokollieren des Einmelkens nicht durchführbar war. Eine Darstellung der Aufstallung und des Managements der Färsen im geburtsnahen Zeitraum für jeden Untersuchungsbetrieb befindet sich in Anhang A.

Alle Melkstände der Untersuchungsbetriebe unterliegen der regelmäßigen technischen Kontrolle durch den Sächsischen Landeskontrollverband e.V. Zusätzlich wurden in den Betrieben 1, 2, 4 und 5 Überprüfungen der Melkanlagen hinsichtlich Funktionsfähigkeit nach DIN / ISO 6690 (alt), Lärm, Vibration und Kriechstrom durchgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchungen befinden sich im Anhang G.

Die Protokollierung der Abkalbungen und des Einmelkens (4-6 Melkzeiten, siehe Tabelle 6) erfolgte durch das Melkpersonal der Betriebe. Die verwendeten Erfassungsbögen sind in Anhang B und C dargestellt. Die Klassifizierung von Krankheiten und Fruchtbarkeitsstörungen erfolgte anhand der betrieblichen Aufzeichnungen durch den Autor.

Anhand des Einmelk-Protokolls wurde durch den Projektbearbeiter die Einstufung der Tiere in „MES negativ“ (= keine Milchejektionsstörung) und „MES positiv“ (= Milchejektionsstörung) vorgenommen. Eine MES ist nur dann sicher feststellbar, wenn das Euter völlig ausgemolken werden soll. Es werden deshalb mindestens drei Melkungen, bei denen das Euter ausgemolken werden soll, festgehalten. Da die Betriebe verschiedene Einmelkregime nutzen, wird der Fragebogen entsprechend angepasst (Tabelle 6). Das Protokollieren des Einmelkens beginnt zur ersten Melkung nach der Kalbung.

Tabelle 6: Einmelkregime und Anzahl der protokollierten Melkungen

Betriebe	Einmelkregime	erfasste Melkungen pro Tier
1, 4, 6, 8 und 9	ab 1. Melkung ausmelken	4
2 und 3	ab 2. Melkung ausmelken	4
7	ab 3. Melkung ausmelken	6
5	ab 4. Melkung ausmelken	6

Dabei ist eine eindeutige Einstufung eines Tieres hinsichtlich MES-Status nicht in allen Fällen anhand einer Einzelmelkung, sondern oft erst durch den Vergleich von mehreren Melkungen möglich. Gestützt auf die Untersuchungen von SCHULZ und PETZOLD (2000), die bereits von einer nicht ordnungsgemäßen Milchejektion ausgehen, wenn mehr als 20 % des Gesamtgemelkes erst nach einer zusätzlichen (endogenen oder exogenen) Oxytocingabe ermolken werden können, wurden die in Tabelle 8 dargestellten Grenzen gezogen.

Tabelle 7: Beispiel für die Einstufung der Merkmale „MESMelkung“ und „MESTier“

Tier	Melkung	Melkziel	Ermolkene Menge*	Euter leer ?	Behandlung	Ermolkene Menge*	Euter leer ?	MES Melkung	MES Tier
A	1	3 Liter	0,5 l	voll	-			nicht eindeutig	positiv
	2	leer	1,0 l	voll	Oxytocin	4,0 l	leer	positiv	positiv
	3	leer	4,0 l	leer	-			negativ	positiv
	4	leer	7,0 l	leer	-			negativ	positiv

* Die Angabe der Milchmenge erfolgt, abweichend zur sonst üblichen Angabe in kg, in Litern, da die Erfassung durch die Melker mittels Volumenmessung erfolgte.

Die Definition "MES positiv" oder "MES negativ" erfolgt zunächst auf die Melkung bezogen (Merkmal „MESMelkung“). Die Einstufung des Tieres hinsichtlich MES kann zwischen den Einzelmelkungen differieren (Beispiel siehe Tabelle 7). Wird ein Tier mindestens zu einer Melkung als „MESMelkung positiv“ eingestuft, zählt es als "MESTier positiv" (Merkmal „MESTier“). Jedes Tier kann somit bis zu drei verschiedene MESMelkung – Einstufungen, aber nur eine MESTier – Einstufung aufweisen. Bei den Berechnungen entspricht die Einstufung „MES negativ“ (Melkung oder Tier) der Klasse 1, „MES positiv“ der Klasse 3. Nicht eindeutig zuordenbare Melkungen bzw. Tiere werden der Klasse 2 zugeordnet.

Tabelle 8: Definition von MES

Definition	Kriterien		
	Einzelgemelk		Vergleich der Melkungen
eindeutig MES positiv	Gesamtgemelk > 3 Liter : > 25 % des Gesamtgemelkes wird erst nach rektalem Eingriff bzw. Oxytocingabe ermolken		
	oder		
	Gesamtgemelk < 3 Liter : sowohl vor als auch nach der Behandlung kann kaum Milch ermolken werden und Euter wird auch nach der Behandlung als "voll" protokolliert	und	Gemelkshöhe steigt bei der ersten Melkung, bei der das Euter als "leer" protokolliert wird, sprunghaft an
eindeutig MES negativ	Kuh melkt sofort leer, Euter wird nach Melkung als "leer" protokolliert	und	normale Höhe und Entwicklung der Gemelksmengen bzw. dauerhaft sehr wenig Milch
nicht eindeutig zuordenbar	Euter wird nach dem versuchten Ausmelken als „voll“ protokolliert, aber es erfolgt keine Behandlung	oder	außergewöhnlich kleine Gemelksmengen (nahe Null) bei einzelnen Melkungen
	oder		
	weniger als 25 % der Gemelksmenge werden durch die Behandlung ermolken, aber Euter wird auch nach der Behandlung als "voll" protokolliert		
	oder durch ungenaue Protokollführung nicht eindeutig einschätzbare Melkungen (nicht in die Auswertung einbezogen)		

4.1.3 Methode der Datenauswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm SPSS 12.0 für Windows. Die Daten wurden auf ihre Verteilung hin untersucht (Explorative Datenanalyse => Levene-Test bzw. Nichtparametrische Tests => Kolmogorov-Smirnov-Test). Keiner der untersuchten Faktoren wies innerhalb aller statistischen Gruppen einheitlich eine Normal- bzw. Poissonverteilung auf. Auch eine Binomial- oder exponentielle Verteilung lag nicht vor. Es kommen deshalb beim Vergleich von Mittelwerten und Häufigkeiten folgende Prüfverfahren zur Anwendung:

zwei unabhängige Stichproben	=> Mann – Whitney – U – Test
k unabhängige Stichproben	=> Kruskal – Wallis – H – Test
Häufigkeiten	=> Chi ² – Test

In die Berechnungen wurden nur die Tiere einbezogen, die eindeutig hinsichtlich des Merkmales „MESTier“ definiert waren (MESTier positiv und MESTier negativ).

Der Einfluss von Faktoren auf die Ausbildung einer MES wurde mittels einer logistischen Regression geprüft. Für die Berechnung waren folgende Bedingungen definiert:

mindestens 5 n / Klassenstufe
 Irrtumswahrscheinlichkeit = 0,05
 Konfidenzintervall für $\text{Exp}(B) = 0,95$
 maximale Iterationszahl = 20

Betrieb 3 konnte nicht in die Berechnung einbezogen werden, weil die Datenzahl für das Modell zu gering war. Die Berechnung erfolgte für jeden Betrieb einzeln, da dadurch mathematische Fehler durch Varianzinhomogenität zwischen den Betrieben vermieden werden konnten. Zudem konnten so eventuelle betriebliche Unterschiede in der Wirksamkeit einzelner Faktoren sichtbar gemacht werden. Für die Regressionsanalyse wurde folgendes Modell genutzt:

$$\text{MES Tier positiv/negativ} = x + \text{EKA}_j + \text{ESZP}_k + \text{KD}_l + \text{KV}_m + \text{MED}_n + \text{KbK}_o + \text{KRANK}_p + \text{WZ}_q + \text{Melker}_r + \text{Rest}_{ijklmnopqr}$$

wobei:

MES positiv/negativ = Ausprägung der Milchejektionsstörung, wobei

Klasse 1	eindeutig keine MES
Klasse 3	eindeutig MES

EKA_j = Effekt des Erstkalbealters in j Klassen, wobei

Klasse 1	< 800 Tage
Klasse 2	800 – 950 Tage
Klasse 3	> 950 Tage

ESZP_k = Effekt des Zeitpunktes der Umstallung in den Abkalbebereich in k Klassen,

wobei

Klasse 0	Umstellungszeitpunkt unbekannt
Klasse 1	Umstellung während der Geburt
Klasse 2	Umstellung am Kalbetag
Klasse 3	Umstellung 1 bis 3 Tage a.p.
Klasse 4	Umstellung früher als 3 Tage a.p.

KD _l	= Effekt der Kalbedauer in l Klassen, wobei
Klasse 0	Kalbedauer unbekannt
Klasse 1	< 2 Stunden
Klasse 2	2 - < 4 Stunden
Klasse 3	> 4 Stunden
KV _m	= Effekt des Kalbeverlaufs in m Klassen, wobei
Klasse 0	Kalbeverlauf unbekannt
Klasse 1	leichter Kalbeverlauf (ohne Hilfe)
Klasse 2	mittelschwerer Kalbeverlauf (1 Helfer mit oder ohne mechanischem Geburtshelfer)
Klasse 3	schwerer Kalbeverlauf (mehrere Helfer oder tierärztliche Hilfe oder Operation)
MED _n	= Effekt der Gabe oxytocinhaltiger Medikamente zur Geburtserleichterung in n Klassen, wobei
Klasse 1	kein oxytocinhaltiges Medikament
Klasse 2	oxytocinhaltiges Medikament
KbK _o	= Effekt des Verbleibes des Kalbes bei der Kuh in o Klassen, wobei
Klasse 0	Verbleibedauer unbekannt
Klasse 1	< 2 Stunden
Klasse 2	2 – 24 Stunden
Klasse 3	>24 Stunden
KRANK _p	= Effekt von Beschwerden (Krankheiten, starke Euterödeme oder offene Ekzeme im Schenkelspalt) zum Zeitpunkt der Kalbung bzw. des Einmelkens in p Klassen, wobei
Klasse 0	unbekannt
Klasse 1	beschwerdefrei
Klasse 2	nicht beschwerdefrei
WZ _q	= Effekt der Wartezeit von der Kalbung bis zum ersten Melken in q Klassen, wobei
Klasse 0	Wartezeit unbekannt
Klasse 1	Wartezeit ≤ 2 Stunden
Klasse 2	Wartezeit > 2 – 6 Stunden
Klasse 3	Wartezeit > 6 Stunden

M_r = Effekt des r-ten Melkers des Betriebes zur ersten Melkung, wobei

Klasse 1	Melker mit der größten Anzahl an Melkungen
Klasse 2	Melker mit der zweitgrößten Anzahl an Melkungen
Klasse 3	Melker mit der drittgrößten Anzahl an Melkungen
Klasse 4	Melker mit der viertgrößten Anzahl an Melkungen

Rest $ijklmnopqr$ = Resteffekt

4.1.4 Ergebnisse der einzeltierbezogenen Erfassung

4.1.4.1 Epidemiologie der Milchejektionsstörung

Es konnten insgesamt 1767 Färsen erfasst und definiert werden. Die Aufteilung auf die Betriebe und MESTier-Klassen ist in Tabelle 9 ersichtlich.

Tabelle 9: Anzahl erfasster Tiere und deren MESTier-Zuordnung

Betrieb	Tiere gesamt	MESTier positiv	MESTier negativ	nicht eindeutig definiert	MES-Rate *
1	305	55	222	28	18,0
2	297	114	157	26	38,4
3	68	2	57	9	2,9
4	366	10	340	16	2,7
5	149	3	119	27	2,0
6	134	18	107	9	13,4
7	96	20	60	16	20,8
8	59	4	54	1	6,8
9	293	9	274	10	3,1
gesamt	1767	235	1390	142	12,0

* MES-Rate = Anteil der Färsen mit „MESTier positiv“ an der Gesamtzahl der Färsen in %

Als Grundlage der Definition des MES-Status standen die Daten von insgesamt 7402 Einzelmelkungen zur Verfügung (Tabelle 10).

Tabelle 10: Anzahl erfasste Melkungen und deren MESMelkung-Zuordnung

Betrieb	Melkungen gesamt	MESMelkung positiv	MESMelkung negativ	nicht eindeutig definiert
1	1161	214	840	107
2	1182	455	629	98
3	272	8	228	36
4	1455	45	1347	63
5	877	18	703	156
6	540	74	430	36
7	518	119	317	82
8	233	16	215	2
9	1164	38	1086	40
gesamt	7402	987	5795	620

In Betrieb 5 und 7 wurden mindestens 6 Melkungen erfasst, weil dort die Tiere erst ab der 3. bzw. 4. Melkung ausgemolken werden und somit eine genaue Zuordnung der MES-Klasse bei

den ersten Melkungen schwierig war. Dementsprechend hoch ist bei diesen Betrieben auch der Anteil der Melkungen mit nicht eindeutig definierbarer MES-Zuordnung bei den ersten Melkungen (Abbildung 2).

In den Betrieben 2 und 3 wurde ab der zweiten Melkung ausgemolken. Allerdings liegt hier der Anteil der Melkungen mit nicht eindeutig zuordenbarem MES-Status nur unerheblich über dem der übrigen Betriebe, die ihre Tiere ab der ersten Melkung ausmelken.

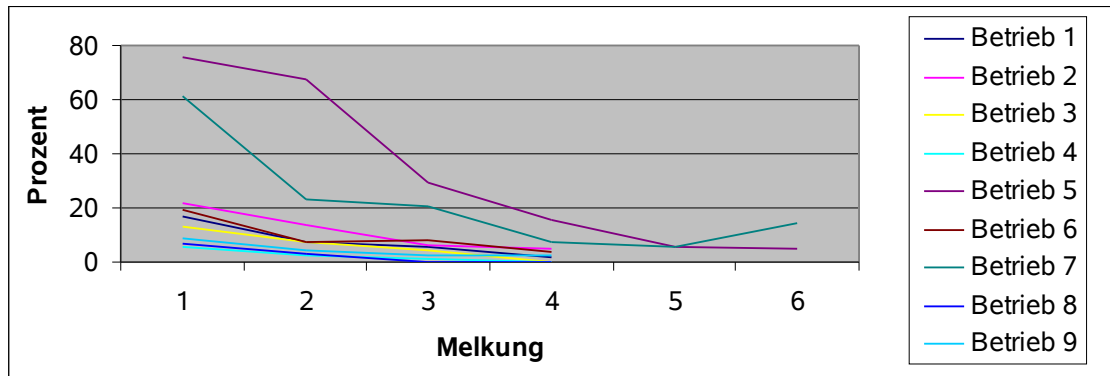


Abbildung 2: Anteil der Melkungen mit nicht eindeutig zuordenbarem MES-Status im Verlauf des Einmelkens

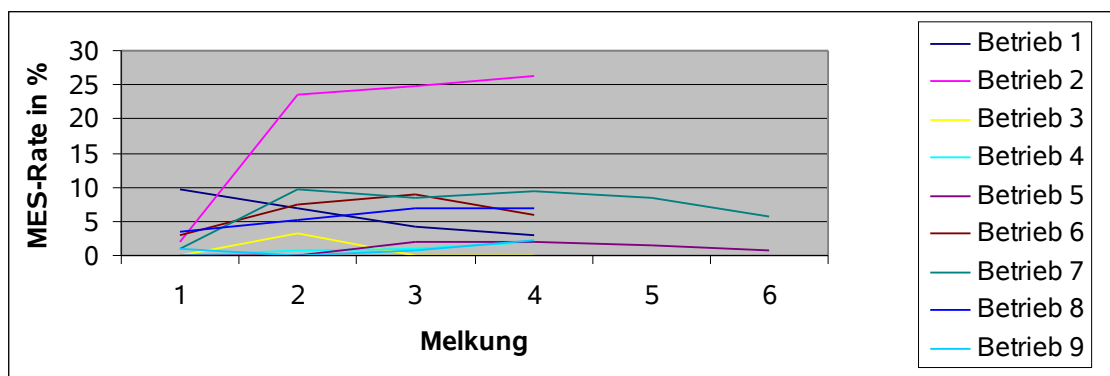


Abbildung 3: MES-Rate im Verlauf des Einmelkens

Betrachtet man die MES-Raten im Verlauf des Einmelkprozesses (Abbildung 3), so fallen zwei grundsätzlich verschiedene Verlaufsformen auf. In Betrieb 1 zeigen die Tiere vor allem während der ersten Melkung Ejektionsstörungen. Mit zunehmender Eingewöhnung lassen die Störungen nach.

In Betrieb 2 und in milderer Form auch in den Betrieben 6, 7 und 8 steigt die MES-Rate von der ersten zur zweiten Melkung an. In den Betrieben 6, 7 und 8 ist der größte Teil des Anstiegs dadurch erklärbar, dass den Tieren zur ersten Melkung noch nicht eindeutig der MES-Status negativ bzw. positiv zugeordnet werden konnte (siehe Abbildung 2) und erst zur zweiten Melkung eine MES eindeutig diagnostiziert werden konnte. Für Betrieb 2 gilt das nicht. Hier ist der Anstieg der MES-Rate bedeutend größer, als der Abfall des Anteils nicht zuordenbarer Tiere. Es liegt hier somit tatsächlich der Fall vor, dass viele Tiere bei der ersten Melkung noch

keine Störung zeigen. Die Störung tritt vielmehr erst beim wiederholten Melken auf und verschärft sich im weiteren Verlauf des Einmelkens noch.

Die unterschiedlichen Verlaufsformen in Betrieb 1 und 2 lassen unterschiedliche betriebliche Ursachen für das Auftreten von MES vermuten.

Von den insgesamt 427 protokollierten Melkungen, bei denen eine MES auftrat, konnte bei 127 Melkungen nach normalem Anrücken keinerlei Milch ermelken werden.

Bei 136 Melkungen ließ sich nur die Zisternenmilch ermelken, was einer Milchmenge von bis zu 0,6 Litern entsprach.

Es wurden somit 263 Melkungen mit vollständiger MES erfasst, das entspricht 61,6 % der Melkungen mit MES. Bei den übrigen 164 Melkungen mit MES handelte es sich um unvollständige MES, bei denen nach normaler Stimulation zunächst 1 bis 5 Liter Milch abgemolken werden konnten, also die Zisternen- und ein Teil der Alveolarmilch.

Für den größten Teil der Tiere mit Milchejektionsstörung konnte die Dauer der Störung erfasst werden (Tabelle 11). Unter „Dauer der MES“ wird der Zeitraum zwischen dem ersten Auftreten der MES bis zum Tag, ab dem eine spontane Milchejektion das Melken dauerhaft ohne Hilfsmittel möglich macht, verstanden.

Tabelle 11: Datengrundlage für das Merkmal „Dauer der MES“

		Betrieb								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
MESTier positiv	Anzahl Tiere	55	114	2	10	3	18	20	4	9
davon mit erfasster Dauer der MES	Anzahl Tiere (1)	47	101	1	5	0	14	16	1	1
Tiere mit max. 2 Tagen Dauer der MES	% von (1)	96	39		80		71	69		
ohne Heilung	Anzahl Tiere	1						1	3	
Behandlungsart *		REG	OX	OX	OX		REG	WW	OX	OX

* REG = Rektaleingriff, OX = Oxytocingabe, WW = REG und/oder OXY und / oder intensive Euterstimulation

Die Betriebe 3, 5, 8 und 9 sind wegen der zu geringen Datengrundlage nicht wertbar. Bei den übrigen Betrieben fällt zuerst auf, dass Betrieb 1 das niedrigste Maximum bei der Dauer der MES aufweist. Hier sind 96 % der Tiere spätestens nach 2 Tagen mit Behandlung störungsfrei. Als Behandlung wird grundsätzlich ein Rektaleingriff (= Massage des Cervix über das Rektum) angewandt. Diese Methode wird nur noch in Betrieb 6 und wahlweise in Betrieb 7 angewandt. Hier sind die Heilerfolge eher mäßig. Alle anderen Betriebe nutzen zur Behandlung exogenes Oxytocin bzw. kombinieren dieses mit zusätzlichen Stimulationsmethoden.

Den schlechtesten Behandlungserfolg weist Betrieb 2 auf. Hier dauert die MES in 61 % der Fälle mehr als 2 Tage. In Betrieb 8 treten generell nur schwere Fälle von MES auf, die länger als

eine Woche anhalten. Hier heilte 1 Tier nach 13 Tagen aus, die übrigen 3 Tiere wurden wegen bis dahin ausbleibendem Heilungserfolg schon nach ca. 14 Laktationstagen gemerzt.

Wegen nachweislich ausbleibender Heilung gemerzt wurden insgesamt nur 4 Tiere des gesamten Datenmaterials.

Anhand der mittleren Dauer der MES lassen sich mittels Standardfehler signifikante Unterschiede zwischen Betrieb 1 und den Betrieben 2, 6 und 7 nachweisen (Abbildung 4). Ob der Heilungserfolg der Behandlungsmethode oder den betriebspezifischen Ursachen der MES zuzurechnen ist, kann nicht geklärt werden.

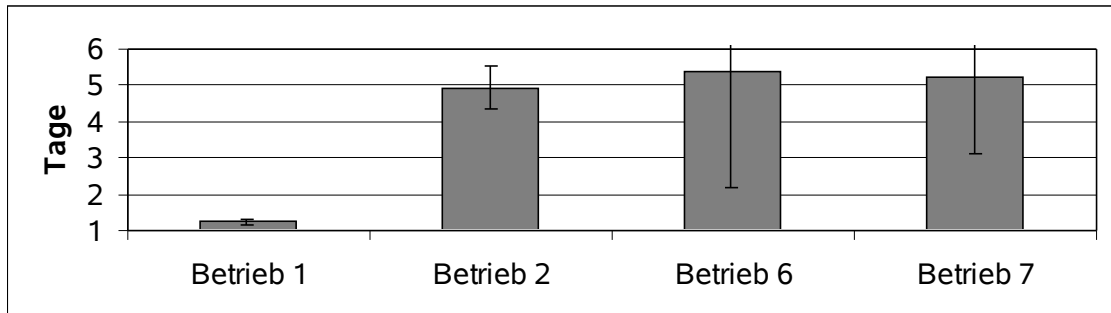


Abbildung 4: Mittlere Dauer der MES in Tagen (mit Standardfehler)

4.1.4.2 Einflussfaktoren auf die Ausbildung einer Milchejektionsstörung

4.1.4.2.1 Kalbesaison

In die Prüfung der Fragestellung, ob es jahreszeitlich bedingte Schwankungen beim Auftreten von MES gibt, gingen nur die Betriebe mit ausreichender Datengrundlage ein (Betrieb 1 und 2). In den übrigen Betrieben war entweder die monatliche Gesamtzahl der Kalbungen oder die Anzahl der monatlich auftretenden MES-Fälle zu gering, um eine sinnvolle Wertung vorzunehmen.

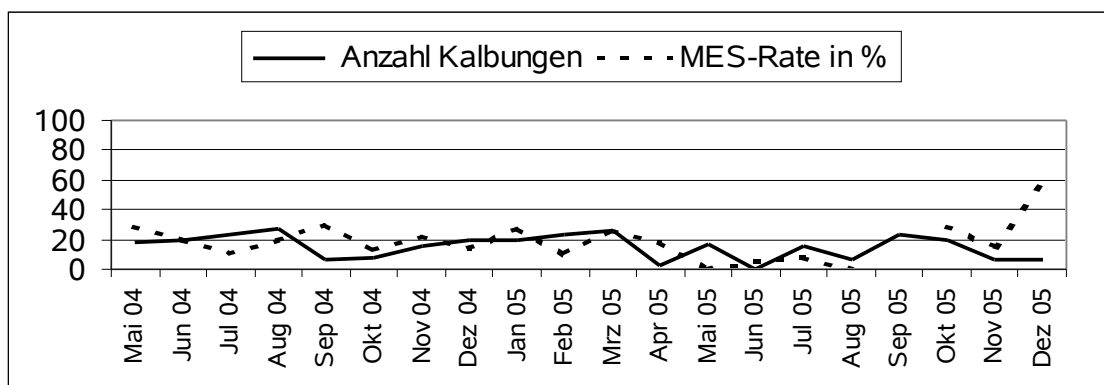


Abbildung 5: Saisonaler Verlauf von MES in Betrieb 1

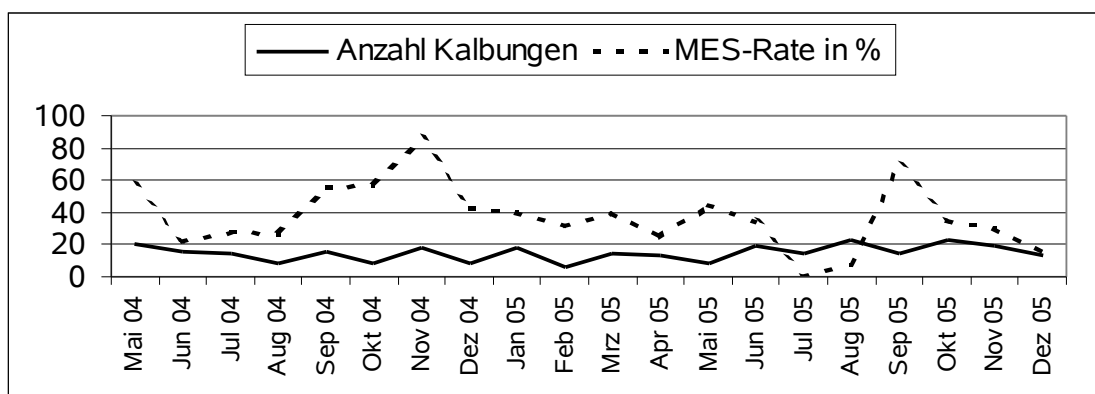


Abbildung 6: Saisonaler Verlauf von MES in Betrieb 2

Es kann bei keinem Betrieb ein Einfluss der Kalbesaison festgestellt werden. Vielmehr verläuft die Kurve der monatlichen MES-Rate in beiden Betrieben unregelmäßig gezackt. Ein Zusammenhang zur monatlichen Anzahl der Gesamtkalbungen kann ebenfalls nicht nachgewiesen werden.

Die Korrelation zwischen der Anzahl monatlicher Färsenkalbungen und der monatlichen MES-Rate beträgt in Betrieb 1 $r = -0,11$ und in Betrieb 2 $r = -0,02$ und kann statistisch nicht abgesichert werden.

4.1.4.2.2 Erstkalbealter (EKA)

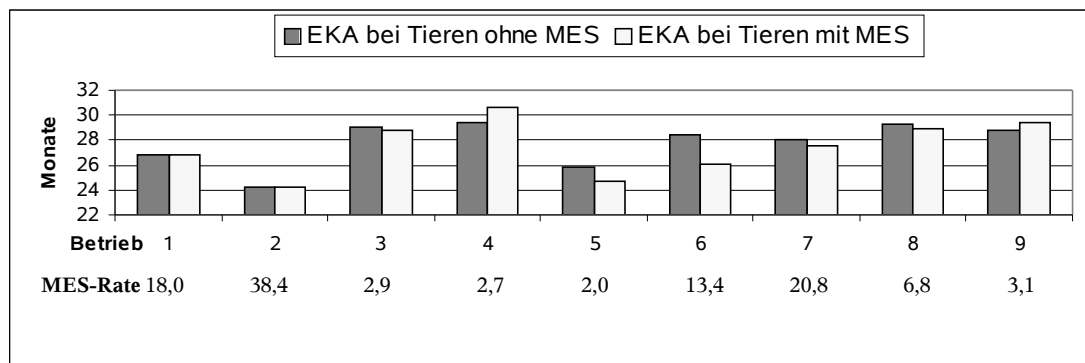
Die Datengrundlage für die Berechnung des Erstkalbealters ist in Tabelle 12 dargestellt.

Die Betriebe haben unterschiedliche durchschnittliche EKA (Tabelle 12). Am niedrigsten ist das EKA bei Betrieb 2, am höchsten bei Betrieb 4. Betrieb 6 fällt durch seine hohe Standardabweichung auf. Betrachtet man das EKA im Zusammenhang mit der betrieblichen MES-Rate (Abbildung 7), so scheint ein niedriges EKA zu einer höheren MES-Rate zu führen (Betrieb 2), während Betriebe mit hohem EKA durchweg niedrige MES-Raten aufweisen (Betriebe 3, 4, 8, 9).

Tabelle 12: Datengrundlage für die Berechnung des EKA

Betrieb	Anzahl Tiere	Minimum (Tage)	Maximum (Tage)	Mittelwert (Tage)	S
1	277	674	987	805	54,72
2	271	620	941	727	52,87
3	59	791	1273	872	89,66
4	350	697	1398	882	92,96
5	117	688	1055	776	59,76
6	125	740	1662	843	193,10
7	55	765	1139	839	55,85
8	58	742	1345	877	80,53
9	283	745	1218	864	57,35

Allerdings bestätigt sich dieser Zusammenhang bei der innerbetrieblichen Betrachtungsweise nicht. Beim Vergleich der einfachen Mittelwerte konnte in keinem Fall ein signifikanter Unterschied zwischen den MES-Klassen eines Betriebes festgestellt werden.



keine signifikanten Mittelwertdifferenzen (Mann –Whitney–U – Test)

Abbildung 7: Mittleres Erstkalbealter je MES-Klasse und MES-Rate (Originaldaten)

Die Regressionsanalyse ergibt innerbetrieblich ebenfalls in keinem der Betriebe einen signifikanten Einfluss des EKA auf das Auftreten von MES (Tabelle 13), wobei aufgrund der z.T. sehr kleinen statistischen Gruppen häufig sehr hohe Standardfehler auftreten. Ein maßgeblicher Einfluss des EKA auf die betriebliche MES-Rate kann jedoch ausgeschlossen werden.

Tabelle 13: Regressionskoeffizienten B des Erstkalbealters und deren Standardfehler

EKA-Klasse		Betrieb							
		1	2	4	5	6	7	8	9
1 (< 800 Tage)	B	19,36	0,18	-0,41	-44,47	19,31	23,37	-0,53	-19,09
	$\pm S_B$	$>10^5$	0,45	1,35	$>10^5$	$>10^5$	$>10^5$	$>10^5$	$>10^4$
2 (800 – 950 Tage)	B	19,44	0	-0,64	-92,40	18,87	21,63	19,05	-3,03
	$\pm S_B$	$>10^5$		0,84	$>10^5$	$>10^5$	$>10^5$	$>10^5$	1,31
3 (> 950 Tage)	B	0		0	0	0	0	0	0
	$\pm S_B$	$>10^5$							

keine signifikanten Effekte

4.1.4.2.3 Zeitpunkt der Einstellung in den Abkalbebereich

Die Datengrundlage für das Merkmal „Einstellung in den Abkalbebereich“ ist in Tabelle 14 dargestellt. In Betrieb 4 wurden die Umstellungszeiten nicht erfasst (Klasse 0 = unbekannter Einstellungszeitpunkt), weil hier sehr differenzierte Umstellungsmodi bei den Einzeltieren auftraten.

An der Verteilung der Tiere auf die einzelnen Einstellungsklassen lassen sich Unterschiede im Management der Abkalbung zwischen den Betrieben erkennen. In den Betrieben 1, 7, 8 und 9 ist der Wartebereich in große Gruppenboxen gegliedert und dient gleichzeitig als Abkalbebereich. Hier werden die Tiere bereits einige Wochen vor dem Abkalbetermin eingestallt. Auch wenn in Betrieb 1 die Tiere der 4 großen Gruppenboxen häufig neu gemischt

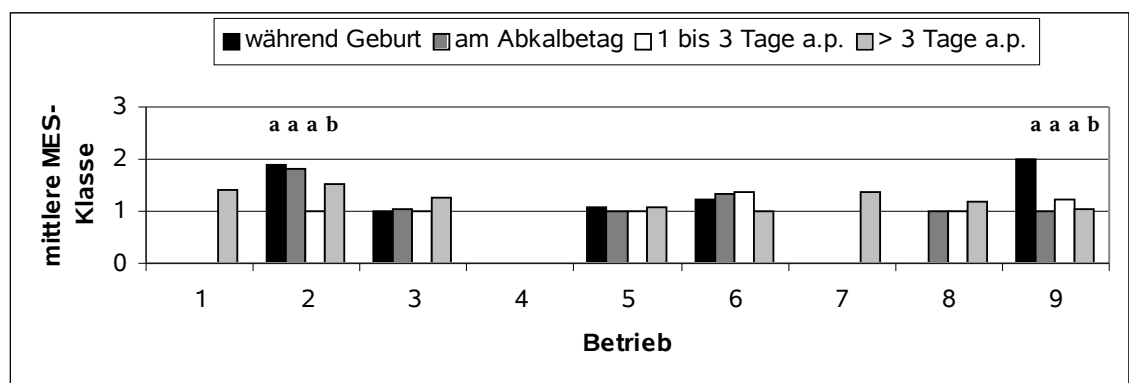
werden, erfolgt kein wirklicher Wechsel des Ortes oder der Gruppengefährten bis nach der Abkalbung.

Tabelle 14: Datengrundlage (Anzahl Tiere) für das Merkmal Zeitpunkt der Einstallung in den Abkalbebereich

Klasse Einstellungszeitpunkt	MES Tier	Betrieb								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 (unbekannt)	negativ	-	8	-	340	3	1	18	-	32
	positiv	-	10	-	10	0	0	6	-	0
1 (während Geburt)	negativ	-	113	2	-	33	26	-	-	1
	positiv	-	90	0	-	1	3	-	-	1
2 (am Kalbetag)	negativ	-	6	45	-	9	52	-	1	5
	positiv	-	4	1	-	0	10	-	0	0
3 (1 - 3 Tage a.p.)	negativ	-	1	3	-	10	21	-	9	15
	positiv	-	0	0	-	0	5	-	0	2
4 (>3 Tage a.p.)	negativ	222	29	7	-	59	7	25	44	221
	positiv	55	10	1	-	2	0	6	4	6
gesamt		277	271	59	350	117	125	55	58	283

Die Betriebe 2, 3 und 6 betreiben gesonderte Abkalbeboxen, in die die Tiere bei den ersten Anzeichen der bevorstehenden Kalbung eingestallt werden. Während bei den Betrieben 3 und 6 ein frühzeitiges Erkennen des Geburtsbeginnes bei einem großen Teil der Tiere gewährleistet werden kann, gelingt das in Betrieb 2 nicht. Hier wird meist erst während der Geburt umgestallt. Ein Teil der Tiere kalbt bereits im Wartebereich ab.

Ein Vergleich der verschiedenen Einstellungszeitpunkte ist nur für die Betriebe 2 und 9 sinnvoll. In den übrigen Betrieben war entweder das Merkmal nicht variabel oder die Datengrundlage zu gering. Der Mittelwertvergleich ergab in beiden Betrieben signifikant weniger MES, wenn die Tiere mehr als 3 Tage vor dem Abkalbetermin in den Abkalbebereich umgestellt worden sind (Abbildung 8).



a, b unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte mit $p = 0,05$ (MANN-WHITNEY-U-Test)

Abbildung 8: Auftreten von MES in Abhängigkeit vom Einstellungszeitpunkt (Originaldaten)

Regressionsanalytisch konnte nur in Betrieb 9 ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem frühen Zeitpunkt der Einstallung und dem geringeren Auftreten von MES gefunden werden (Tabelle 15). Es muss jedoch angemerkt werden, dass Betrieb 9 nur sehr wenige positive MES-Tiere hat und es sich deshalb um einen Zufallsbefund handeln kann. In Betrieb 2, der über eine ausreichende Anzahl Tiere mit MES verfügt, konnte dieser Zusammenhang tendenziell bestätigt werden. Die Ergebnisse waren aber nicht signifikant. Es kann deshalb ein Einfluss des Einstellungszeitpunktes auf das Auftreten von MES vermutet, aber nicht eindeutig nachgewiesen werden

Tabelle 15: Regressionskoeffizienten B des Einstellungszeitpunktes und deren Standardfehler

Klasse		Betrieb							
		1	2	4	5	6	7	8	9
1 (während Geburt)	B	nicht	0,65	nicht	77,13	18,44	nicht	-	69,83
	$\pm S_B$	varia- bel	0,61	varia- bel	$>10^4$	$>10^5$	varia- bel		$>10^4$
2 am Kalbetag)	B		0,39		27,84	18,95		0,00	-19,52
	$\pm S_B$		0,90		$>10^5$	$>10^5$		$>10^5$	$>10^5$
3 (1 - 3 Tage a.p.)	B		-20,52		28,09	19,73		0,40	2,07*
	$\pm S_B$		$>10^5$		$>10^4$	$>10^5$		$>10^5$	1,19
4 (>3 Tage a.p.)	B		0		0	0		0	0

*signifikant bei $p = 0,10$

4.1.4.2.4 Kalbeverlauf

Der Kalbeverlauf konnte nicht in jedem Fall erfasst werden. Die Verteilung der Daten auf die einzelnen Kalbeverlaufsklassen pro Betrieb sind in Tabelle 16 dargestellt.

Tabelle 16: Anzahl Tiere mit erfasstem Kalbeverlauf je Kalbeverlaufsklasse

Klasse Kalbeverlauf	MESTier	Betrieb								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 (unbekannt)	negativ	38	1	1	24	2	1	1	0	6
	positiv	14	1	0	0	0	0	1	0	0
1 (leicht)	negativ	87	41	33	197	24	69	27	15	110
	positiv	20	31	0	4	0	14	8	2	6
2 (mittelschwer)	negativ	84	108	20	95	21	35	13	33	137
	positiv	19	81	2	4	0	2	3	1	3
3 (schwer)	negativ	13	7	3	24	67	2	2	6	21
	positiv	2	1	0	2	3	2	0	1	0
gesamt		277	271	59	350	117	125	55	58	283

Die Betriebe unterscheiden sich in den protokollierten Kalbeverläufen (Tabelle 16). Allerdings sind diese Unterschiede nicht auf tatsächlich unterschiedliche Schweregrade der Abkalbungen zurückzuführen, sondern auf unterschiedliches Management im Abkalbbereich. Als Beispiel: In Betrieb 5 stehen generell mehrere Personen für die Geburtshilfe zur Verfügung, was bei der Erfassung dazu führte, dass der Betrieb angab „2 und mehr Helfer“ (siehe Erfassungsbogen Anhang B) bei der Kalbung benötigt zu haben. Da diese Kalbungen in die Kalbeverlaufsklasse 3 eingeordnet wurden, ergab sich für Betrieb 5 ein hoher Mittelwert. In Betrieb 7 stehen die Färsen in einem Nebengebäude und kalben dort meist unbeobachtet ab (Klasse 1). Daraus resultiert ein entsprechend niedriger Mittelwert.

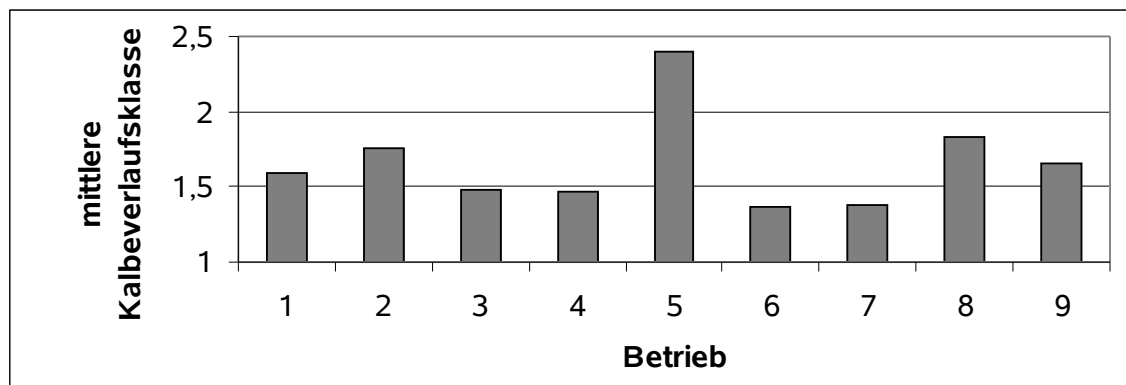
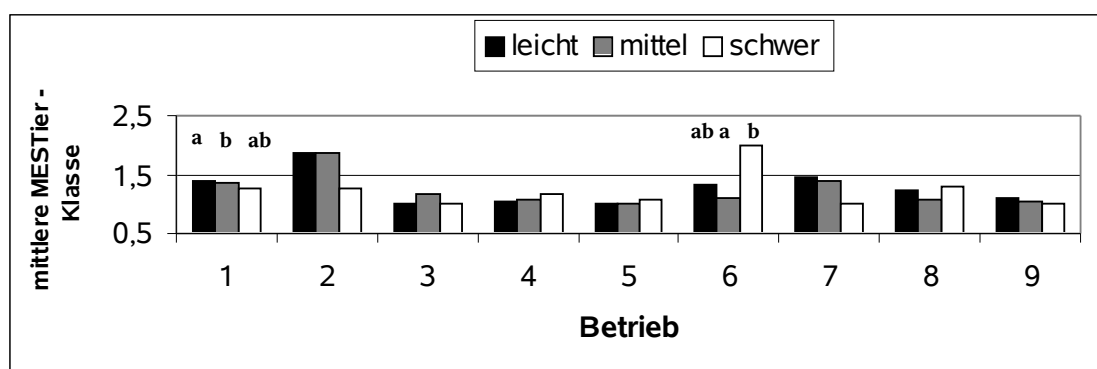


Abbildung 9: Mittlere Kalbeverlaufsklasse pro Betrieb (Originaldaten ohne Klasse 0)

Für die Errechnung der mittleren MESTier-Klasse pro Kalbeverlaufsklasse lagen nicht in jedem Fall ausreichend Daten vor, um einen wertbaren Mittelwert bilden zu können (Abbildung 10). Es ist anhand der Mittelwerte nur bei den Betrieben 1 und 6 ein signifikanter Unterschied zwischen den Kalbeverlaufsklassen ermittelt worden, wobei hier die Tendenz uneinheitlich und die Datengrundlage z.T. gering ist.



a, b unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte mit $p = 0,05$ (MANN-WHITNEY-U-Test)

Abbildung 10: Auftreten von MES in Abhängigkeit vom Kalbeverlauf (Originalwerte)

Regressionsanalytisch kann im Betrieb 2 für die Klassen 1 und 2 und in Betrieb 6 für die Klasse 2 ein signifikanter Unterschied zu Klasse 3 ermittelt werden (Tabelle 17). Während in Betrieb 6 keine gerichtete Tendenz zu erkennen ist, weisen in Betrieb 2 die Tiere umso mehr MES auf, umso leichter der Kalbeverlauf war. Die selbe Tendenz zeigt sich, wenn auch nicht signifikant, bei den Betrieben 1 und 4. Dieses Ergebnis widerspricht den Erwartungen, ist aber erklärbar, wenn man davon ausgeht, dass die verstärkte Zuwendung durch das Personal während der Abkalbung den nachfolgenden Melkvorgang erleichtert.

Man kann somit davon ausgehen, dass der Kalbeverlauf Einfluss auf das Auftreten von MES hat, auch wenn dieser Einfluss nicht im Sinne von „mehr Stress durch schweren Kalbeverlauf“ wirkt, sondern hier andere Faktoren eine Rolle zu spielen scheinen.

Tabelle 17: Regressionskoeffizienten B des Kalbeverlaufes und deren Standardfehler

Klasse Kalbeverlauf		Betrieb							
		1	2	4	5	6	7	8	9
1 (leicht)	B	0,42	2,45**	-1,48	-48,59	-1,35	19,42	0,69	65,07
	$\pm S_B$	0,87	1,14	1,03	$>10^4$	1,16	$>10^5$	1,66	$>10^5$
2 (mittel)	B	0,30	2,22**	-1,01	-2,30	-2,86**	19,72	-19,78	64,46
	$\pm S_B$	0,85	1,12	1,03	$>10^4$	1,37	$>10^5$	$>10^4$	$>10^5$
3 (schwer)	B	0	0	0	0	0	0	0	0
	$\pm S_B$								

** signifikant mit $p \leq 0,05$

4.1.4.2.5 Kalbedauer

Die Datengrundlage für dieses Merkmal ist in Tabelle 18 dargestellt.

Die Betriebe unterscheiden sich in der protokollierten Kalbedauer deutlich (Abbildung 11). Die Differenzen sind jedoch nicht in tatsächlich unterschiedlich langen Geburten der Tiere begründet, sondern in den betrieblichen Unterschieden bei der Tierbeobachtung und der Definition des Geburtsbeginnes. In Betrieb 7 kalbt der größte Teil der Tiere unbeobachtet ab. Infolge dessen konnte dort auch keine Kalbedauer erfasst werden.

Tabelle 18: Datengrundlage (Anzahl Tiere) für das Merkmal Kalbedauer

Klasse Kalbedauer	MESTier	Betrieb								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 (unbekannt)	negativ	56	51	48	42	17	12	43	0	43
	positiv	18	28	1	2	0	1	12	1	1
1 (< 2 Stunden)	negativ	141	55	7	200	96	8	0	54	12
	positiv	29	46	1	3	3	2	0	3	5
2 (2 bis < 4 Stunden)	negativ	23	34	2	92	1	86	0	0	10
	positiv	8	25	0	5	0	15	0	0	5
3 (> 4 Stunden)	negativ	2	17	0	6	0	1	0	0	1
	positiv	0	15	0	0	0	0	0	0	0
gesamt		277	271	59	350	117	125	55	58	28
										3

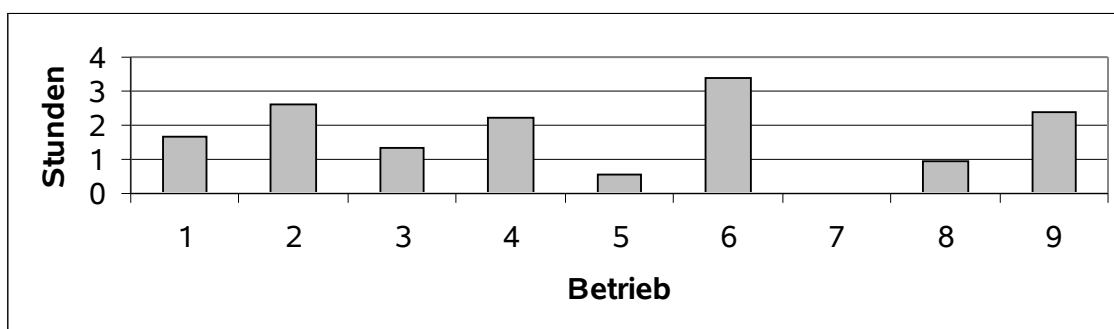
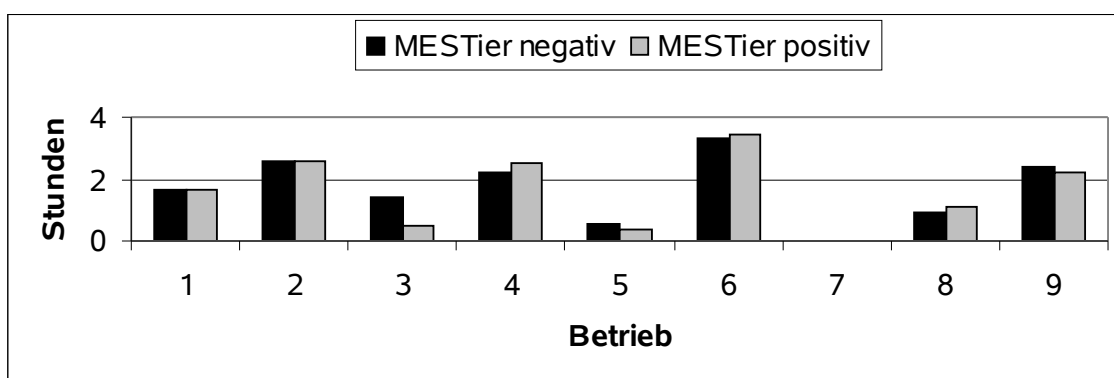


Abbildung 11: Mittlere Kalbedauer in Stunden (Originaldaten)



keine signifikanten Mittelwertunterschiede (MANN-WHITNEY-U-Test)

Abbildung 12: Mittlere Kalbedauer in Abhängigkeit vom Auftreten von MES (Originalwerte)

Bei der Auswertung der Mittelwerte der Kalbedauer nach MESTier-Klasse sind innerbetrieblich keine signifikanten Unterschiede nachweisbar (Abbildung 12). Auch regressionsanalytisch ist kein signifikanter Einfluss der Kalbedauer auf das Auftreten von MES nachzuweisen (Tabelle 19).

Tabelle 19: Regressionskoeffizienten B des Merkmals Kalbedauer und deren Standardfehler

Klasse Kalbedauer		Betrieb							
		1	2	4	5	6	7	8	9
1 (< 2 Stunden)	B \pm_{SB}	19,61 $>10^5$	-0,24 0,44	17,76 $>10^5$	31,02 $>10^5$	0,55 $>10^5$	nicht variabel	nicht variabel	-0,54 $>10^5$
2 (2 bis < 4 Stunden)	B \pm_{SB}	20,10 $>10^5$	-0,33 0,48	19,08 $>10^5$	0	0,53 $>10^5$			-0,47 $>10^5$
3 (> 4 Stunden)	B	0	0	0	-	0			0

kein signifikanter Einfluss

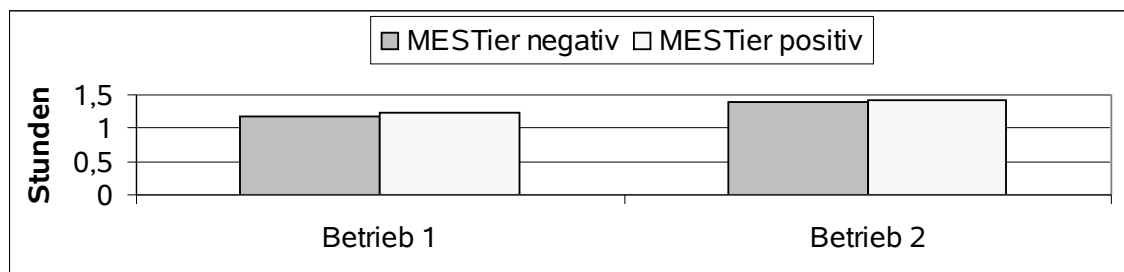
4.1.4.2.6 Verbleibedauer des Kalbes bei der Kuh

Die Datengrundlage dieses Merkmales ist in Tabelle 20 dargestellt.

In den Betrieben 4, 6, und 9 verblieben die Kälber nur zum Trockenlecken ca. 1 Stunde bei der Kuh. In Betrieb 7 war durch die fehlende Geburtsbeobachtung keine Erfassung möglich. Da in der Klasse „MESTier positiv“ bei den Betrieben 3, 5 und 8 sehr wenige Tiere erfasst wurden, ist die Auswertung nach MESTier-Klasse nur bei den Betrieben 1 und 2 sinnvoll (Abbildung 13). Es konnte hierbei kein signifikanter Unterschied der Mittelwerte festgestellt werden, allerdings eine sehr schwache aber einheitliche Tendenz zu einer kürzeren Verbleibedauer bei den Tieren ohne MES.

Tabelle 20: Datengrundlage (Anzahl Tiere) des Merkmales „Verbleibedauer des Kalbes an der Kuh“

Klasse Verbleibedauer des Kalbes an der Kuh	MESTier	Betrieb								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 (unbekannt)	negativ	37	3	1	20	1	1	43	0	210
	positiv	11	3	0	0	0	0	12	1	6
1 (< 2 Stunden)	negativ	160	125	10	320	10	106	0	0	64
	positiv	33	86	1	10	1	18	0	0	3
2 (2 – 24 Stunden)	negativ	25	29	2	0	16	0	0	50	0
	positiv	11	25	0	0	2	0	0	3	0
3 (> 24 Stunden)	negativ	0	0	44	0	87	0	0	4	0
	positiv	0	0	1	0	0	0	0	0	0
gesamt		277	271	59	350	117	125	55	58	283



keine signifikanten Mittelwertunterschiede (MANN-WHITNEY-U-Test)

Abbildung 13: Mittlere Verbleibedauer des Kalbes an der Kuh in Abhängigkeit vom Auftreten von MES

Die Regressionsanalyse bestätigt diese Tendenz (Tabelle 21): In beiden Betriebe trat signifikant mehr MES auf, wenn die Kälber länger bei der Kuh verblieben.

Als Sonderfall wurde geprüft, ob das Vorliegen einer Totgeburt das Auftreten von MES beeinflusst (Tabelle 22). Dabei kann festgestellt werden, dass die MES-Rate innerhalb der Gruppe der Tiere mit Totgeburten außer in Betrieb 4 in allen Fällen niedriger liegt, als die betriebliche MES-Rate. Das Vorliegen einer Totgeburt kann deshalb als Belastungsfaktor hinsichtlich der Verstärkung von MES außer Acht gelassen werden.

Tabelle 21: Regressionskoeffizienten B des Merkmales „Verbleib des Kalbes bei der Kuh“ und deren Standardfehler

Klasse Verbleib des Kalbes an der Kuh		Betrieb							
		1	2	4	5	6	7	8	9
1 (< 2 Stunden)	B \pm_{SB}	-0,92** 0,45	-0,77** 0,38	nicht variabel	48,72 >10 ⁴	nicht variabel		- >10 ⁴	nicht variabel
2 (2 – 24 Stunden)	B \pm_{SB}	0	0		94,97 >10 ⁴			-0,40 >10 ⁴	
3 (> 24 Stunden)	B	-	-		0			0	

** signifikant mit $p=0,05$

Tabelle 22: Totgeburten und MES-Rate

		Betrieb								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Totgeburten	Anzahl	14	15	8	22	4	0	0	0	20
Totgeburtenrate	%	4,6	5,1	11,8	6,0	2,7	0	0	0	6,8
MES-Rate Totgeburten	%	14,3	26,7	0	4,6	0	-	-	-	0
MES-Rate Betrieb	%	18	38,4	2,9	2,7	2	13,4	20,8	6,8	3,1

4.1.4.2.7 Wartezeit

Unter Wartezeit wird die Zeitspanne von der Kalbung bis zum ersten Melken verstanden. Die Datengrundlage für dieses Merkmal ist in Tabelle 23 dargestellt.

Tabelle 23: Datengrundlage (Anzahl Tiere) und betriebliche Mittelwerte des Merkmals Wartezeit

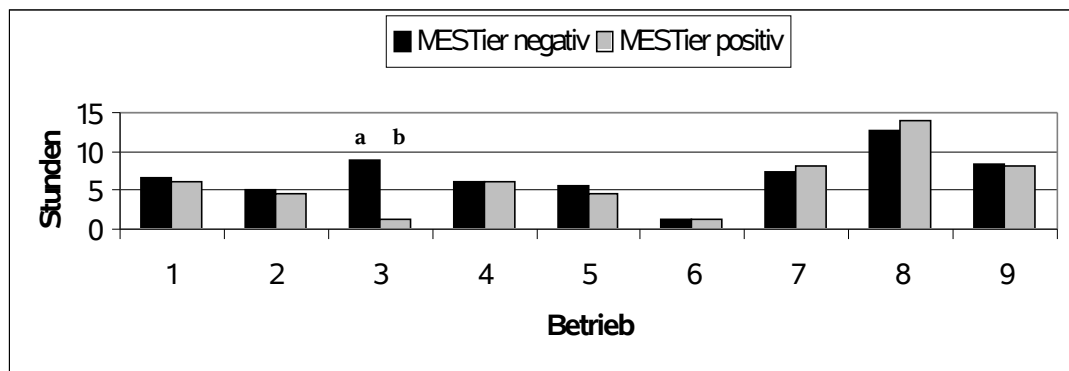
Anzahl Tiere je Klasse	MESTier	Betrieb								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 (unbekannt)	negativ	95	3	10	30	22	5	0	6	13
	positiv	24	3	0	0	0	0	0	0	1
1 (≤ 2 Stunden)	negativ	19	28	10	55	32	96	2	6	17
	positiv	6	23	2	1	1	17	0	0	1
2 (> 2 – 6 Stunden)	negativ	39	81	10	114	24	6	15	3	77
	positiv	11	55	0	6	1	1	3	0	0
3 (> 6 Stunden)	negativ	69	45	27	141	36	9	17	39	167
	positiv	14	33	0	3	1	4	5	4	7
gesamt		277	271	59	350	117	125	55	58	283

Bis auf Betrieb 2 werden in allen Betrieben die Färsen zweimal täglich gemolken. Betrieb 2 melkt dreimal pro Tag. Der errechnete Mittelwert entspricht ziemlich genau dem zu erwartenden Wert bei Betrieb 1, 2, 4 und 5 (Tabelle 24). Betrieb 6 hat auffallend kurze Wartezeiten. Hier wird unabhängig von den Melkzeiten der restlichen Herde möglichst schnell nach der Kalbung angemolken. Betrieb 8 weist die längste Wartezeit auf. Dort erfolgt das Anmelken der Färsen generell zur Morgenmelkzeit.

**Tabelle 24: Betriebliche Mittelwerte und Standardabweichung des Merkmales Wartezeit
(Originaldaten)**

		Betrieb								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mittelwert	Stunden	6,6	4,9	8,6	6,0	5,5	1,3	7,4	12,9	8,3
S	Stunden	4,1	3,8	6,9	3,9	5,2	0,5	4,3	7,0	4,2

Eine signifikante Mittelwertdifferenz der Wartezeit zwischen den MESTier-Klassen kann lediglich in Betrieb 3 nachgewiesen werden (Abbildung 14). Die Daten von Betrieb 3 sind jedoch aufgrund der zu geringen Anzahl an Tieren mit MES nicht aussagefähig.



a, b unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte mit $p = 0,05$ (MANN-WHITNEY-U-Test)

**Abbildung 14: Mittlere Wartezeit in Abhängigkeit vom Auftreten von MES
(Originalwerte)**

Die Regressionsanalyse (Tabelle 25) ergibt eine einheitliche Tendenz zu mehr MES bei kürzerer Wartezeit bei allen Faktorstufen mit ausreichender Datengrundlage aller Betriebe. Lediglich in Betrieb 4 verläuft der Trend nicht linear. Leider kann diese Tendenz in keinem Betrieb statistisch abgesichert werden. Trotzdem ist aufgrund der Tatsache, dass alle Betriebe mit ausreichender Datengrundlage diesen Trend aufweisen, davon ausgegangen werden, dass ein zu schnelles Anmelken nach der Kalbung das Risiko für MES erhöht.

Tabelle 25: Regressionskoeffizienten B des Merkmales Wartezeit und deren Standardfehler

Wartezeitklasse		Betrieb								
		1	2	4	5	6	7	8	9	
1 (≤ 2 Stunden)	B	0,62	0,35	0,26	46,26	1,11	-19,80	-19,45	0,30	
	±S _B	0,60	0,42	1,31	>10 ⁴	1,36	>10 ⁵	>10 ⁵	1,40	
2 (> 2 – 6 Stunden)	B	0,18	0,12	1,34	46,26	0	0,46	-19,90	-18,07	
	±S _B	0,50	0,33	0,82	>10 ⁴		1,05	>10 ⁵	>10 ⁴	
3 (> 6 Stunden)	B	0	0	0	0	-	0	0	0	

kein signifikanter Einfluss

4.1.4.2.8 Krankheit zu Laktationsbeginn

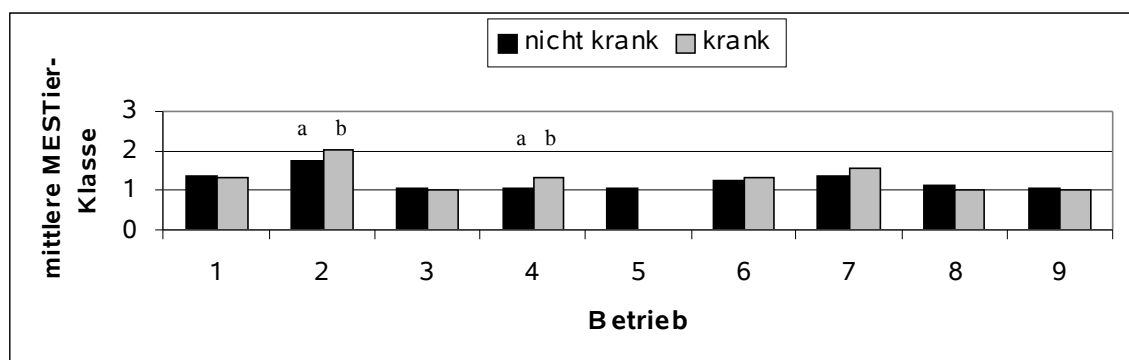
Zusätzlich zu den durch die Melker protokollierten Erkrankungen und Behinderungen (siehe Anhang B) wurden alle im Managementprogramm „Herde“ erfassten Behandlungen, die bis spätestens am Tag nach der Abkalbung stattfanden, in die Auswertung einbezogen. Damit konnten auch spät behandelte Mastitiden, Geburtsverletzungen und Abnahme von Nachgeburten berücksichtigt werden. Das Merkmal „krank“ ist somit im Sinne von „nicht beschwerdefrei“ zu werten. Eine Differenzierung zwischen den einzelnen Erkrankungsarten erfolgt nicht, da die Erfassung zwischen den Betrieben stark differiert und die Datenanzahl der Einzelerkrankungen für eine Berechnung zu gering ist.

Tabelle 26: Datengrundlage (Anzahl Tiere) für das Merkmal „krank“

Klasse „krank“	MESTier	Betrieb								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 (nicht krank)	negativ	189	113	53	335	114	50	33	53	170
	positiv	48	66	2	9	3	7	8	4	7
1 (krank)	negativ	33	44	4	5	0	57	10	1	104
	positiv	7	48	0	1	0	11	4	0	2
gesamt		277	271	59	350	117	125	55	58	283

Die geringsten Gesundheitsprobleme wiesen die Färsen zum Laktationsstart in den Betrieben 5 und 8 auf. Der hohe Anteil an Tieren in der Klasse „krank“ in Betrieb 6 und Betrieb 9 erklärt sich durch eine besonders intensive Gesundheitskontrolle, infolge der z.B. auch kleinere Geburtsverletzungen konsequent behandelt werden.

Beim Mittelwertvergleich der Gesundheitsklassen (Abbildung 15) tritt bei fünf Betrieben mehr MES und bei drei Betrieben weniger MES bei kranken Tieren auf. Bei den Betrieben 2 und 4 ist der Unterschied signifikant, wobei Betrieb 4 sehr wenige positive MES-Tiere hat. In Betrieb 2 handelte es sich in der Hauptsache um fiebrige Allgemeinerkrankungen (56% aller Erkrankungen), die mit einer sichtlichen Beeinträchtigung des Wohlbefindens der Tiere einhergingen. Bei allen anderen Betrieben ist kein Einfluss nachweisbar.



a, b unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte mit $p = 0,05$ (MANN-WHITNEY-U-Test)

Abbildung 15: Gesundheitliches Befinden im Abkalbezeitraum in Abhängigkeit vom Auftreten von MES

Bei der Auswertung der Regression (Tabelle 27) zeigt sich in den Betrieben 2, 4, 6 und 7 eine Tendenz zu mehr MES beim Auftreten von Gesundheitsstörungen im Abkalbezeitraum, davon bei zwei der Betriebe signifikant. In den Betrieben 1 und 9 lässt sich diese Tendenz nicht bestätigen. Betrieb 8 ist aufgrund zu geringer Datenzahl nicht wertbar. Man muss also davon ausgehen, dass gesundheitliche Beschwerden im Zeitraum der Abkalbung und des Einmelkens zu mehr MES führen können, wobei hier die im Betrieb konkret vorherrschende Erkrankungsart die Größe des Effektes mitbestimmt. Eine genauere Untersuchung hinsichtlich der einzelnen Erkrankungsarten wäre wünschenswert.

Tabelle 27: Regressionskoeffizienten B des Merkmals „krank“ und deren Standardfehler

Klasse „krank“		Betrieb							
		1	2	4	5	6	7	8	9
0 (nicht krank)	B	0,16	-1,05**	-2,69*	nicht variabel	-0,15	-1,81	-39,11	0,70
	\pm_{S_B}	0,48	0,33	1,39		0,58	1,08	$>10^5$	1,03
1 (krank)	B	0	0	0		0	0	0	0

* signifikant mit $p = 0,10$

**signifikant mit $p = 0,05$

4.1.4.2.9 Einfluss des Melkers

Es wurde untersucht, ob die Person des Melkers, der das Tier das erste Mal melkt, einen Einfluss auf das Auftreten von MES hat. Es wurden maximal vier Melker pro Betrieb in die Auswertung einbezogen. Ausgewählt wurden die Melker mit den meisten wertbaren Melkungen bei der ersten Melkzeit. Die Datengrundlage für dieses Merkmal ist in Tabelle 28 dargestellt.

Tabelle 28: Datengrundlage des Merkmals Erster Melker (Anzahl Melkungen pro MESTier - Klasse zur ersten Melkzeit)

	MESTier	Betrieb								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Melker 1	negativ	62	53	31	104	77	28	16	38	79
	positiv	13	29	0	6	2	4	3	3	1
Melker 2	negativ	46	45	9	95	15	22	14	13	70
	positiv	11	33	1	3	1	6	5	1	3
Melker 3	negativ	36	28	8	93	14	24	12		61
	positiv	4	23	1	1	0	4	4		0
Melker 4	negativ	22	21		26		22			52
	positiv	7	16		0		3			4
übrige Melker	negativ	42	10	9	17	13	11	18	3	10
	positiv	18	12	0	0	0	1	8	0	0

Der Mittelwertvergleich liefert für dieses Merkmal wenig aussagekräftige Ergebnisse, so dass auf dessen Darstellung verzichtet wird.

Anhand der Regressionsanalyse (Tabelle 29) konnte nur ein signifikanter Unterschied in Betrieb 1 zwischen Melker 3 und Melker 4 ermittelt werden. In keinem anderen Fall sind zwei Melker eines Betriebes signifikant voneinander verschieden. Vergleicht man die Ergebnisse der Klasse „übrige Melker“ mit den Ergebnissen der „Stammmelker“, so ist bei den Betrieben 1, 2

und 9 festzustellen, dass beim Einmelken durch die Stammelker weniger MES aufzutreten scheint. Hierfür könnten Gewöhnungseffekte an das Stammpersonal eine Ursache sein. Allerdings lassen sich diese Ergebnisse nicht statistisch absichern.

Man muss somit davon ausgehen, dass in der vorliegenden Untersuchung der Melker keinen systematischen Einfluss auf das Auftreten von MES hat. Das bestätigt den während der Untersuchungen gewonnenen Eindruck, nach dem die beteiligten Melker als überwiegend ruhig, besonnen und ausgeglichen charakterisiert werden können. Extrem negativer Umgang mit den Tieren wurde nicht beobachtet.

Tabelle 29: Regressionskoeffizienten B des Faktors „Erster Melker“ und deren Standardfehler

Faktor		Betrieb							
		1	2	4	5	6	7	8	9
Melker 1	B	-0,63	-0,15	18,34	15,72	0,49	-1,01	-0,69	-1,70
	± _{SB}	0,55	0,44	>10 ⁴	>10 ⁵	0,92	1,49	1,87	1,44
Melker 2	B	-0,33	0,14	17,66	46,25	0,78	1,67	0	0,38
	± _{SB}	0,58	0,44	>10 ⁴	>10 ⁴	0,86	1,17		1,06
Melker 3	B	-1,20*	0,07	16,39	0	0,30	0	-	-18,15
	± _{SB}	0,71	0,48	>10 ⁴		0,90			>10 ⁴
Melker 4	B	0	0	0	-	0	-	-	0
übrige Melker	B	0,12	0,72	0,53	43,84	0,27	0,38	-21,20	2,33
	± _{SB}	0,53	0,60	>10 ⁵	>10 ⁵	1,34	1,19	>10 ⁵	1,69

* signifikant mit p = 0,01

4.1.4.2.11 Medikamentengabe zur Geburt (MED)

Es wurden durch das Stallpersonal sämtliche Medikamente erfasst, die dem Tier im Zeitraum der Abkalbung verabreicht wurden. Für die Auswertung wurden ausschliesslich die oxytocin-haltigen Mittel herangezogen, da die Gabe von Depotoxytocin Einfluss auf das Milchabgabeverhalten während der ersten Melkungen haben könnte.

Tabelle 30: Datengrundlage (Anzahl Tiere) des Merkmals MED

Klasse Medikament	MESTier	Betrieb								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 (nicht oxytocinhaltig)	negativ	222	139	57	340	114	107	43	54	274
	positiv	55	101	2	10	3	18	12	4	9
1 (oxytocinhaltig)	negativ		18							
	positiv		13							
gesamt		277	271	59	350	117	125	55	58	283

Oxytocinhaltige Mittel zur Geburtserleichterung wurden nur in Betrieb 2 eingesetzt. Es kam das Medikament Depotocin® (Veyx-Pharma) zum Einsatz. Es konnte mittels Regressionsanalyse kein Einfluss auf das Auftreten von MES nachgewiesen werden (Tabelle 31).

Tabelle 31: Regressionskoeffizienten des Faktors MED

		Betrieb							
Faktor		1	2	4	5	6	7	8	9
0 (nicht oxytocinhaltig)	B $\pm s_B$	nicht variabel	-0,07 0,44 0	nicht variabel					
1 (oxytocinhaltig)									

4.1.4.3 Auswirkungen von MES

4.1.4.3.1 Auswirkung von MES auf die postpartale Fruchtbarkeit

Um zu klären, ob das Auftreten von MES bei den betroffenen Tieren zu Fruchtbarkeitsproblemen führt, wurde zunächst untersucht, ob es Zusammenhänge zwischen MES und Puerperalstörungen (PS) gibt. Dazu wurden die Puerperalkontroll- und Behandlungsdaten der Betriebe ausgewertet (Datenquelle „Herde“- Programm bzw. betriebliche Aufzeichnungen). Anhand der Dauer der Störung wurde folgende Einteilung in PS (=Puerperalstörung) – Klassen vorgenommen:

Klasse 0	(keine Puerperalstörung)	innerhalb der ersten 7 Tage p.p. erfolgt keine Behandlung
Klasse 1	(leichte Puerperalstörung)	innerhalb der ersten 7 Tage p.p. erfolgt eine Behandlung, bis 21. Tag p.p. ist die Störung ausgeheilt
Klasse 2	(schwere Puerperalstörung)	innerhalb der ersten 7 Tage p.p. erfolgt eine Behandlung, bis 21. Tag p.p. ist die Störung nicht ausgeheilt

Ein Vergleich der Mittelwerte erfolgte anhand des Standardfehlers.

Die Datengrundlage des Merkmales „Puerperalstörung“ ist in Tabelle 32 dargestellt. Die Differenzen der mittleren PS-Klassen für Tiere mit und ohne MES waren in keinem Fall signifikant. Auch einheitliche Tendenzen liegen nicht vor. Man kann somit davon ausgehen, dass sich eine MES nicht grundsätzlich negativ auf den Verlauf des Puerperiums auswirkt.

Tabelle 32: Datengrundlage (Anzahl Tiere) und Mittelwerte des Merkmals

Puerperalstörung (PS)									
Betrieb		Anzahl Tiere						Mittlere PS-Klasse	
	Klasse PS	0 (keine)		1 (leicht)		2 (schwer)			
	MESTier	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ	positiv
1		200	50	3	1	19	4	0,18	0,16
2		100	67	12	5	38	35	0,59	0,70
4		216	9	91	1	33	0	0,46	0,10
7		24	6			17	5	0,83	0,91
9		122	3	140	6	10	0	0,66	0,67

Anhand der Daten von Betrieb 1 und 2 wurde zusätzlich untersucht, ob das Auftreten von MES Auswirkungen auf den Besamungserfolg in der 1. Laktation hat. Datenmaterial und Ergebnisse sind in Tabelle 33 dargestellt.

Tabelle 33: Auswirkung von MES auf den Besamungserfolg

Betrieb	1		2	
	MESTier		MESTier	
	negativ	positiv	negativ	positiv
Anzahl erstkalbender Tiere	222	55	157	114
davon wieder besamt in %	82,9	90,9	87,9	90,4
davon wieder tragend (in % der besamten)	78,3	78,0	75,4	77,7
Fruchtbarkeitskennzahlen der wieder tragend gewordenen Tiere				
mittlere Rastzeit in Tagen	67,5	71,8	62,5	64,1
Standardfehler der Rastzeit	1,3	2,7	1,7	1,7
mittlere Zwischentragezeit in Tagen	113,9	104,0	119,4	114,6
Standardfehler der Zwischentragezeit	4,6	6,4	5,7	6,2
Mittlerer Besamungsindex	2,4	2,2	2,5	2,5
Standardfehler des Besamungsindex	0,1	0,2	0,1	0,2

Lediglich in Betrieb 1 haben MES-positive Tiere eine signifikant längere Rastzeit als MES-negative Tiere, der Unterschied ist allerdings minimal. Alle anderen Parameter weisen in keinem Fall signifikante Unterschiede zwischen den MESTier-Klassen eines Betriebes auf. Ein Einfluss von MES auf die Besamungsergebnisse in der nachfolgenden Laktation kann somit ausgeschlossen werden.

4.1.4.3.2 Auswirkung von MES auf die Milchleistung

Um zu klären, ob das Auftreten von Milchejektionsstörungen die Laktationsleistung beeinflusst, wurden die bei den monatlichen Milchleistungsprüfungen (MLP) erfassten Tagesmilchmengen der Färsen ausgewertet. In Abhängigkeit vom MES-Status wurde die Trendlinie (Polynom dritten Grades) der Milchmenge zur MLP errechnet (Abbildungen 16 bis 19). Die Leistungsdifferenzen wurden anhand der Flächen unter den Trendlinien geschätzt. Der Vergleich der Kurvenverläufe erfolgte mittels Chi²-Test.

In Betrieb 1 (Abbildung 16) starten die Tiere mit Milchejektionsstörungen mit einer geringeren Leistung in die Laktation, erreichen später die höchsten Tagesmilchmengen und weisen eine schlechtere Persistenz auf, als Tiere ohne MES. Ihre Laktationsleistung ist daher im Mittel um etwa 220 kg Milchmenge geringer als die der Vergleichstiere.

In Betrieb 2 (Abbildung 17) weisen Tiere mit MES im gesamten Laktationsverlauf höhere Milchmengen zur MLP auf, als Tiere ohne MES. Die Leistungsdifferenz beträgt ca. 540 kg.

Im Gegensatz dazu zeigen in Betrieb 6 (Abbildung 18) die Tiere mit MES über die gesamte Laktation geringere Milchleistungen als Tiere ohne MES. Die Leistungsdifferenz beträgt hier ca. 700 kg.

In Betrieb 7 (Abbildung 19) starten Tiere mit und ohne MES auf dem selben Leistungsniveau. Allerdings weisen Tiere mit MES eine schlechtere Persistenz der Milchleistung auf, so dass sie im Mittel eine um etwa 500 kg geringere Laktationsleistung erbringen.

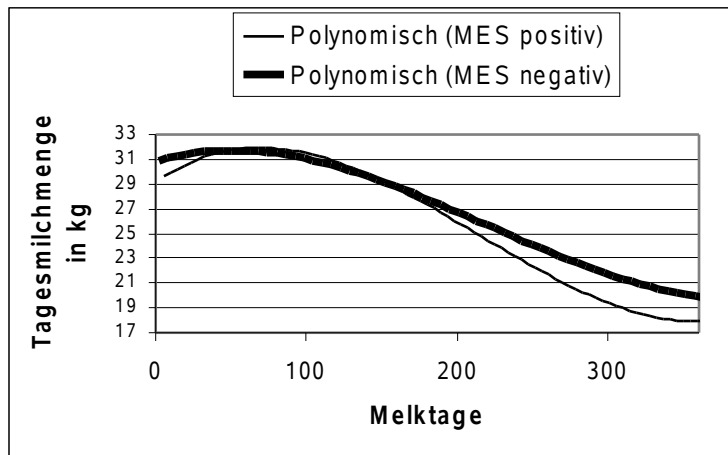


Abbildung 16: Beziehungen von MES-Status und Milchleistung im Laktationsverlauf in Betrieb 1

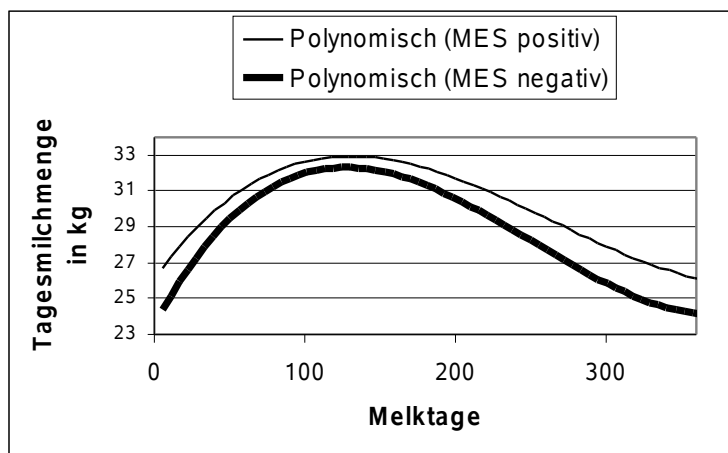


Abbildung 17: Beziehungen von MES-Status und Milchleistung im Laktationsverlauf in Betrieb 2

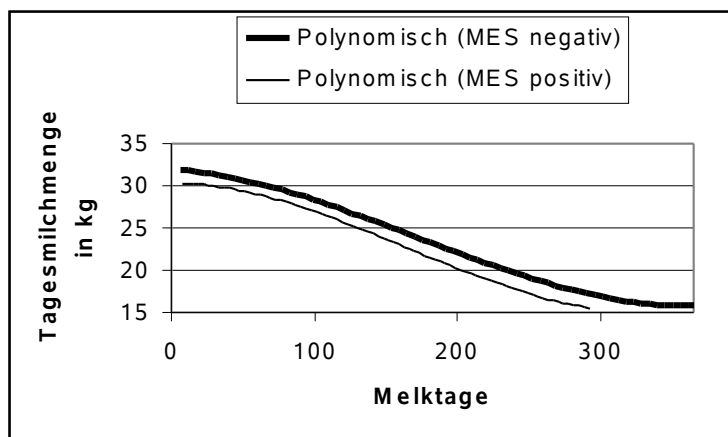


Abbildung 18: Beziehungen von MES-Status und Milchleistung im Laktationsverlauf in Betrieb 6

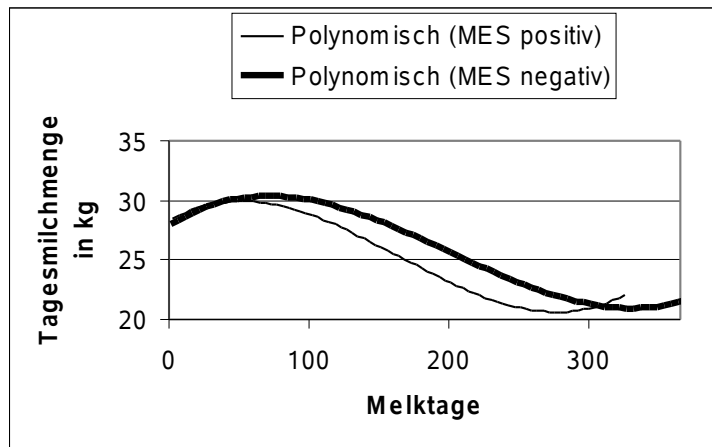


Abbildung 19: Beziehungen von MES-Status und Milchleistung im Laktationsverlauf in Betrieb 7

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass keine eindeutige Beziehung zwischen dem Auftreten von MES und der Milchmengenleistung in der ersten Laktation gefunden werden kann, obwohl der Chi²-Test in jedem Betrieb die Unterschiede in den Kurvenverläufen der MESTier-Klassen als signifikant ausweist.

4.1.5 Zusammenfassung der Ergebnisse des Untersuchungsblockes 1

Im vorliegenden Teil der Untersuchung konnte eine praktikable Methode der standardisierten Ermittlung des MES-Status von Färsen entwickelt und unter Feldbedingungen angewandt werden. Mit Hilfe dieser Methode wurden 1767 Tiere in 9 Untersuchungsbetrieben hinsichtlich ihres MES-Status definiert. Mittels Protokoll erfassbare, tierindividuell wirkende Stressoren im peripartalen Zeitraum wurden hinsichtlich ihres Einflusses auf die Ausbildung von Milchejektionsstörungen ausgewertet. Es konnten folgende Zusammenhänge gefunden werden: Es treten umso mehr Milchejektionsstörungen auf, desto

- später (< 3 Tage a.p.) die Einstallung in den Abkalbebereich erfolgt (tendenziell),
- länger das Kalb an der Kuh verbleibt (signifikant),
- kürzer die Pause zwischen Abkalbung und Einmelken ist (tendenziell) und
- wenn das Tier im Abkalbezeitraum gesundheitliche Beschwerden hat (signifikant).

Für die Merkmale „Erstkalbealter“, „Kalbedauer“, „Vorliegen einer Totgeburt“, „Person des ersten Melkers“ und die „Gabe von Oxytocin mit Langzeitwirkung zur Geburtserleichterung“ konnte kein Einfluss auf das Auftreten von MES nachgewiesen werden. Ebenso konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Auftreten von MES zu Laktationsbeginn und Fruchtbarkeitsstörungen bzw. der Milchleistung in der Laktation gefunden werden.

4.2 Untersuchungsblock 2: Verhaltensbeobachtung im Vorabkalbezeitraum

4.2.1 Zielstellung der Verhaltensbeobachtung

Ziel dieses Untersuchungsblocks ist es, folgende Fragen zu beantworten:

- Hat der soziale Status eines Tieres Einfluss auf die Ausbildung einer MES?
- Gibt es Verhaltensauffälligkeiten bei Tieren, die später eine MES ausbilden?
- Gibt es charakteristische Merkmale einer Tiergruppe, die zu einem verstärkten Auftreten von MES führen?
- Sind außergewöhnliche Stressoren im Haltungsumfeld Auslöser von MES ?

4.2.2 Methode der Datenerfassung und –aufbereitung

In den Betrieben 1 und 2 wurden die Gruppenboxen, in denen die Tiere bis zur Abkalbung stehen, ganztägig mittels Kamera beobachtet. Die Beobachtungen erstreckten sich über folgende Zeiträume:

Betrieb 1	August bis November 2004	(47 wertbare Beobachtungstage)
	April bis August 2005	(125 wertbare Beobachtungstage)
Betrieb 2	Dezember 2004 bis April 2005	(120 wertbare Beobachtungstage)

Eine genaue Beschreibung der Haltungsbedingungen im Vorabkalbebereich befindet sich in Anhang A.

Die Aufzeichnungen werden nach folgenden Gesichtspunkten ausgewertet:

1. Belegungsdichte (Anzahl Tiere pro Box)
2. Zusammensetzung der Gruppen (Färsen allein oder Kühe und Färsen zusammen)
3. Aktivität der Gruppe:

Dazu wird über mindestens drei Beobachtungstage stündlich der Anteil liegender, stehender und fressender Tiere ausgezählt. Nicht gewertet werden Umstallungstage sowie 12 Stunden nach Sonderaktionen (z.B. Entmisten, Boxen reinigen usw.).

- 4 Rangstufe der Färsen:

Um die Rangstufe ermitteln zu können, werden die Interaktionen der Tiere ausgezählt. Erfasst werden die Interaktionen „wird attackiert“, und „attackiert selbst“ sowie der Interaktionspartner. Das Auszählen erfolgt über mindestens zwei Beobachtungstage. Nicht gewertet werden Umstallungstage sowie 12 Stunden nach Sonderaktionen (z.B. Entmisten, Boxen reinigen usw.). Anhand der erfassten Interaktionen werden die Tiere hierarchisch geordnet, wobei immer das attackierende Tier über dem Interaktionspartner eingeordnet wird. Gehen die Attacken in annähernd gleichem Umfang von beiden Partnern aus, gelten diese als in der Hierarchie gleichgestellt. Anhand der Hierarchieübersicht der Gruppe werden die Tiere den Rangstufen „niederrangig“, „mittelrangig“ und „hochrangig“ zugeordnet, wobei es sich hierbei um den Rang handelt, den das Tier innerhalb der

Färsengruppe einnimmt. Zum besseren Verständnis ist ein Zuordnungsbeispiel in Anhang H dargestellt.

5. außergewöhnliche Stressoren:

Treten im Vorabkalbezeitraum außergewöhnliche Ereignisse auf, die eine besondere Belastung für das Tier darstellen, werden diese gesondert ausgewertet. Als besondere Stressoren zählen z.B. größere Baumaßnahmen in der Box.

6. Verhaltensauffälligkeiten werden verbal vermerkt.

4.2.3 Ergebnisse der Verhaltensbeobachtung

4.2.3.1 Rangposition in der Färsengruppe

Anhand der Videoaufnahmen konnte in den Betrieben 1 und 2 67 bzw. 60 Tieren ein eindeutiger Rangstatus zugeordnet werden (Tabelle 34). Sechs bzw. drei Tiere hatten sehr wenige Interaktionen mit Gruppengefährten, so dass eine eindeutige Einstufung nicht vorgenommen werden konnte (kontaktarm). Als Sonderfall konnten in Betrieb 2 drei Tiere beobachtet werden, die als einzige Färsen in einer Kuhgruppe standen.

Tabelle 34: Anzahl eingestufte Tiere und MES-Rate in Abhängigkeit vom Rang

Rang	nieder	mittel	hoch	gesamt	kontakt-arm	allein in Kuhgruppe
Betrieb 1						
Tiere gesamt	13	38	16	76	6	3
davon MESTier positiv	3	5	0	10	2	0
MES-Rate in %	23	13	0	13	33	0
Betrieb 2						
Tiere gesamt	13	33	14	63	3	
davon MESTier positiv	6	14	7	28	1	
MES-Rate in %	46	42	50	44	33	

In Betrieb 1 stehen Kühe und Färsen zusammen in der Gruppe. Der Rangstatus, den eine Färse innerhalb der Färsengruppe einnimmt, weist eine eindeutige Beziehung zum MES-Risiko auf (Tabelle 34). Je niedriger der soziale Status, umso größer ist das Risiko, eine MES auszubilden ($r = 0,99$ wenn hochrangig = Note 1, mittlerangig = Note 2, niederrangig = Note 3; signifikant mit $p \leq 0,05$).

In Betrieb 2 sind ausschließlich Färsen in der Gruppe. Hier ist kein Zusammenhang zwischen Rang und MES nachzuweisen.

Die Anwesenheit der den Färsen bis dahin unbekannten Kühe in Betrieb 1 und die damit verbundenen Rangkämpfe wirken sich offensichtlich negativ aus. Rangkämpfe äußern sich in aggressiven Verhaltensweisen („attackiert“, „wird attackiert“). Dabei haben niederrangige Färsen zusätzlich zu den Attacken durch die Kühe die Attacken der höherrangigen Färsen zu erdulden (Abbildung 20).

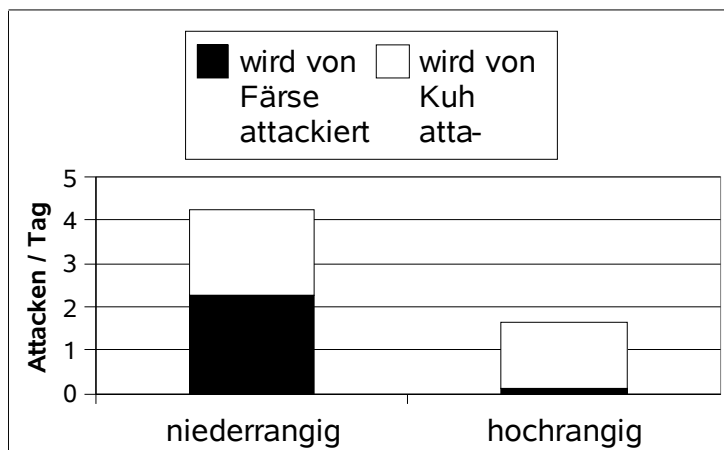


Abbildung 20: Mittlere Anzahl der Attacken durch Gruppenmitglieder in Abhängigkeit vom Rang der Färse im Vorabkalbbereich von Betrieb 1

Die Anzahl Attacken, denen eine Färse ausgesetzt ist, unterscheidet sich signifikant: hochrangige Tiere erdulden $\bar{x} = 1,6$ Attacken / Tag ($s \bar{x} = 0,35$) und niederrangige Tiere $\bar{x} = 4,3$ Attacken / Tag ($s \bar{x} = 0,63$). Somit wird die Stärke der Beanspruchung, die durch die Anwesenheit der Kühe und den damit verbundenen Rangkämpfen verursacht wird, entscheidend vom Rang des Tieres mitbestimmt.

In der reinen Färsengruppe in Betrieb 2 sind zwar auch negative Interaktionen zwischen den Färsen zu beobachten, diese Rangeleien zwischen den einander bekannten Tieren scheinen jedoch nicht mit den Rangkämpfen in Betrieb 1 vergleichbar zu sein und treten in geringerer Anzahl auf.

Als Sonderfall konnten in Betrieb 1 drei Färsen beobachtet werden, die sich jeweils als einzige Färse in einer Gruppe von Kühen aufhielten. Färsen sind aufgrund ihrer geringeren Lebendmasse und Körpergröße meist den Kühen im Rang unterlegen (SAMBRAUS 1978, ARAVE et al. 1977, BAEHR 1983). Es war somit zu erwarten, dass einzelne Färsen in Kuhgruppen die niedrigsten Ränge in der Gruppe einnehmen. Prinzipiell war dem auch bei den vorliegenden Beobachtungen so. Allerdings wurden diese Färsen von den Kühen nur selten attackiert. Vielmehr konnten verstärkt positive Interaktionen zwischen der einzelnen Färse und den Kühen beobachtet werden, wobei die Kühe ein mütterliches Verhalten zeigten. Keine der drei Färsen bildete eine MES aus. Der niedrige Rang einzelner Färsen in der Kuhgruppe ist hinsichtlich der Belastung des Tieres durch soziale Konflikte anders einzuordnen, als ein niedriger Rang in einer gemischten Gruppe mit mehreren Färsen.

4.2.3.2 Belegungsdichte und Gruppenaktivität

Die Datengrundlage für das Merkmal Belegungsdichte ist in Tabelle 35 dargestellt.

Tabelle 35: Datengrundlage des Merkmals Belegungsdichte und deren Beziehung zum Auftreten von MES

	Betrieb 1	Betrieb 2
Anzahl ausgewertete Gruppen	28	13
durchschnittliche Gruppengröße	8,5 Tiere	14,9 Tiere
kleinste Gruppe	4 Tiere	6 Tiere
größte Gruppe	12 Tiere	28 Tiere
Boxengröße	6 x 13 m	44 Liegeboxen
Korrelation der Gruppengröße zum Verhältnis MES-positive Tiere / MES-negative Tiere	- 0,16	0,77**

** signifikant mit $p \leq 0,05$

Bei der Auswertung nach Größe der Gruppe ergibt sich bei Betrieb 1 mit $r = - 0,16$ kein signifikanter Zusammenhang zum Auftreten von MES (Tabelle 35). Hier befinden sich die Tiere in einer eingestreuten Großbox ohne getrennte Funktionsbereiche. Es gibt keine Sackgassen und genügend Ausweichmöglichkeiten. Eine hohe Belegungsdichte ist daher im Falle von Betrieb 1 vermutlich kein zusätzlicher Stressor und löst kein verstärktes Auftreten von MES aus.

Obwohl die Box mit bis zu 12 Tieren im Untersuchungszeitraum teilweise dicht belegt war, herrschte Ruhe in den Gruppen (Abbildung 21). Über den gesamten Tagesverlauf lag oder fraß der größte Anteil der Tiere, nur wenige Tiere standen. Die Gruppen hatten ausgeprägte und in Zeitpunkt und Dauer arttypische Ruhe- und Aktivitätsphasen. Die höchste Aktivität ist zum Zeitpunkt der morgendlichen Fütterung sowie in den späten Nachmittags- und frühen Abendstunden zu verzeichnen.

In Betrieb 2 stellt sich das anders dar. Hier befinden sich die Tiere in einem Liegeboxenlaufstall auf Spaltenböden. Das Gruppenabteil enthält 44 Liegeboxen, war somit höchstens zu 64 % belegt. Allerdings sind die Gänge sehr schmal (Fressgang 2,65 m, Laufgang 2,20 m) und es gibt Sackgassen und kaum Ausweichmöglichkeiten. Bereits beim Betrachten der Videoaufnahmen fällt auf, dass die Tiere durch die Enge der Gänge in ihrem Laufverhalten behindert werden. Wege zum Fressplatz, zur Tränke oder zur Liegebox sind mit längeren Wartezeiten in den Gängen verbunden, weil die Tiere nicht aneinander vorbeigehen. Trotz des zu großen Abteiles ist es zu eng. Die Behornung der Tiere trägt hier wahrscheinlich zu einer zusätzlichen Verschärfung des Problems bei.

Die Auswirkungen des Platzmangels sieht man deutlich an Abbildung 22. Der Anteil stehender Tiere war deutlich höher als bei Betrieb 1. Es kam nicht zu einem synchronen Tagesablauf der Tiere einer Gruppe, was an der geringen Ausprägung von Ruhe- und Aktivitätszeiten zu erkennen ist. Nach SAMBRAUS (1978) ist ein Fehlen oder das deutliche Abweichen von arttypischen Aktivitätsrhythmen ein sicheres Zeichen für schwere Haltungsmängel. Selbst der Zeitpunkt der morgendlichen Fütterung (5.Tagesstunde) ist nicht deutlich zu erkennen und es herrscht im gesamten Tagesverlauf Unruhe in der Box. Das alles führt dazu, dass in Betrieb 1

die Belegungsdichte der Box einen ganz entscheidenden Belastungsfaktor darstellt. Die Korrelation zwischen der Gruppengröße und dem Auftreten von MES bei den Tieren der Gruppe beträgt $r = 0,77^{**}$, das heißt: Je stärker die Box belegt ist, desto mehr Tiere dieser Gruppe bilden eine MES aus.

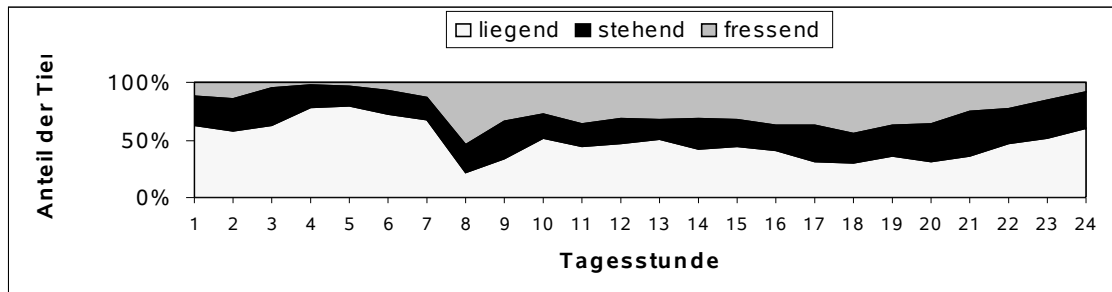


Abbildung 21: Durchschnittliche Gruppenaktivität in Betrieb 1

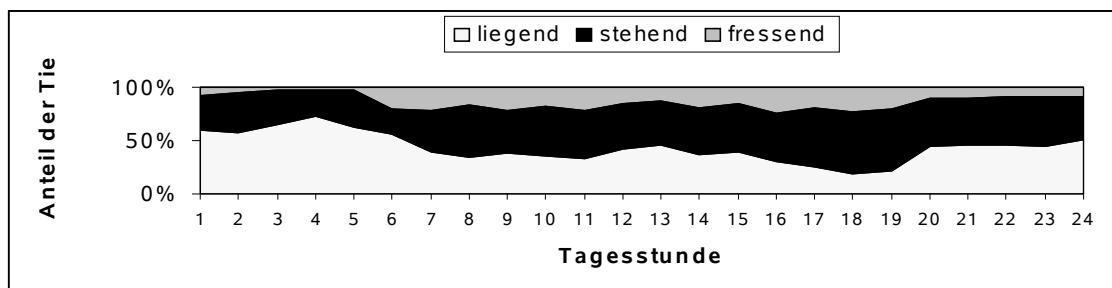


Abbildung 22: Durchschnittliche Gruppenaktivität in Betrieb 2

4.2.3.3 Einfluss zusätzlicher Stressoren

Das einzige außergewöhnliche Ereignis im Beobachtungszeitraum waren größere Baumaßnahmen im Abteil der Wartegruppe im Betrieb 2. Hier traten im Oktober / November 2004 Probleme mit dem Gülleabfluss auf, so dass ein Teil der Laufgänge schwer passierbar war. Die Folge war eine zusätzliche Verknappung der ohnehin zu geringen Lauf- und Ausweichmöglichkeiten der Tiere, was zu einem Anstieg der MES-Rate auf fast 90 % führte (Abbildung 23). Zur Behebung des Problems wurden ab Ende November Umbauarbeiten notwendig, während deren Durchführung in den Tagesstunden das Abteil teilweise abgesperrt wurde. Das Abteil war mit bis zu 30 Tieren belegt, die während der täglichen Bauarbeiten auf etwa einem Drittel des Abteils zusammengedrängt waren. In den übrigen Tagesstunden war das Abteil für die Tiere jedoch wieder vollständig nutzbar, da der Gülleabfluss sofort zu Beginn der Bauarbeiten wieder in Ordnung gebracht wurde. Die MES-Rate fiel daraufhin, trotz der zeitweise sehr beengten Verhältnisse, wieder auf 42 % ab. Das stützt die im Abschnitt 4.2.3.2 dargestellten Ergebnisse, nach denen die MES in Betrieb 2 vor allem durch aus Platzmangel resultierendem sozialen Stress verursacht werden. Hierbei scheint jedoch ein permanent wirkender leichter Platzmangel mehr zu schaden, als ein kurz andauernder starker Platzmangel.

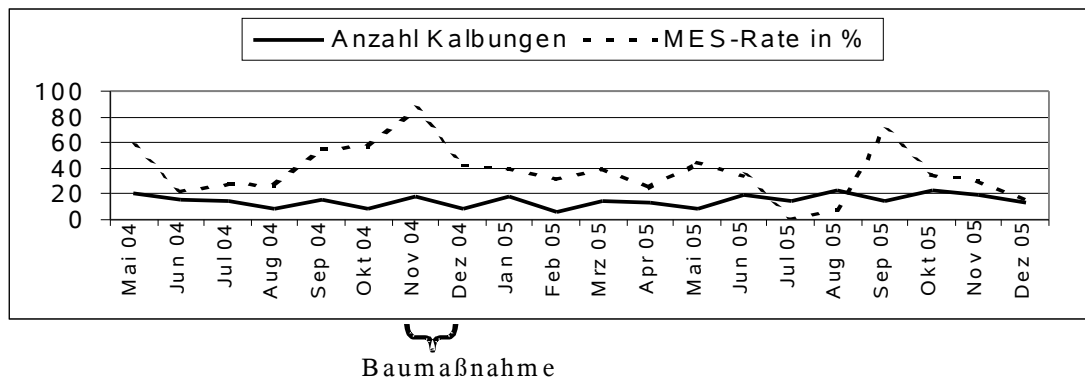


Abbildung 23: Monatliche MES-Rate im Vergleich zur Anzahl monatlicher Färsenkalbungen

4.2.3.4 Abnorme Verhaltensweisen

Abnorme Verhaltensweisen wurden ausschließlich bei Tieren in Betrieb 2 beobachtet, traten aber selten auf und waren zwar in jedem Fall eine Anpassung an gegebene Rahmenbedingungen, jedoch nicht in jedem Fall im Sinne einer Kompensation unzureichender Haltungsbedingungen wertbar. Sie sollen an dieser Stelle deshalb nur genannt werden. Eine Auswertung hinsichtlich des Zusammenhanges mit MES erfolgt aufgrund der geringen Datenzahl nicht. Beobachtet wurden folgende, von der Norm abweichende Verhaltensweisen:

1. falsche Bewegungsreihenfolge beim Aufstehen in der Liegebox

Hierbei kann eine zu enge Liegebox als Ursache ausgeschlossen werden, da die Tiere im Alter von durchschnittlich 24 Monaten abkalben und noch so klein sind, dass sie in der Liegebox (Abmessungen siehe Anhang A) notfalls drehen können. Allerdings könnte die zusätzliche Querstange im Kopfbereich oder die gegenüber liegende höherrangige Färse ein Grund sein, auf die normale Kopfschwungbewegung zu verzichten, um Anstoßen zu vermeiden, denn diese Verhaltensweise wurde ausschließlich in der Doppelliegereihe, niemals in einer Wandbox gezeigt.

2. Betreten der Liegebox erfolgt rückwärts und entsprechend falsche Liegeposition

Offensichtlich hat dieses Tier die Erfahrung gemacht, dass man Probleme beim Abliegen, Aufstehen oder mit gegenüber liegenden Tieren vermeiden kann, wenn man sich andersherum hinlegt.

3. häufiges Rückwärtsgehen

Hierbei handelt es sich mit großer Wahrscheinlichkeit um eine Angewohnheit, die aufgrund des Platzmangels im Laufbereich notwendig ist und deshalb auch von vielen Tieren bereits im Jungrinderstall erlernt wird. Dort liegen die selben Haltungsbedingungen vor, allerdings bei erheblich größerer Belegungsdichte.

4.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse des Untersuchungsblockes 2

Im Rahmen dieses Teils der Untersuchungen wurden in zwei Betrieben die Färsen im Vorabkalbezeitraum mittels Videokamera beobachtet. Die Aufnahmen wurden hinsichtlich Rang der Tiere, Aktivitätsmuster der Tiergruppe, Belegungsdichte, Gruppenzusammensetzung und Besonderheiten in Verhalten und Umwelt ausgewertet.

Es konnten, in Abhängigkeit von der Art der Aufstallung und der Gruppenzusammensetzung, eindeutige Beziehungen zwischen dem Auftreten von MES und den erfassten Tier- bzw. Gruppenmerkmalen gefunden werden.

Bei Anwesenheit von multiparen Tieren (Betrieb 1) war der Rang, den die Färse in der Gruppe einnimmt, entscheidend für ihr MES-Risiko. In Betrieb 2 war das zu geringe Platzangebot im Laufbereich eine Hauptursache für MES. Hier erhöhte sich das MES-Risiko mit steigender Belegungsdichte der Box.

Beiden Betrieben ist gemeinsam, dass soziale Stressoren, die bereits im Vorabkalbezeitraum wirken, entscheidend das Auftreten von MES mitbestimmen.

4.3 Untersuchungsblock 3: Test auf Stresssensibilität

4.3.1 Zielstellung des Tests

Es soll geprüft werden, ob eine erhöhte Stresssensibilität die Ausbildung einer MES fördert.

Unter Stresssensibilität versteht man nach SCHEUCH und SCHREINICKE (1989) die individuelle Anfälligkeit gegenüber Stress, die mit dem Auftreten von Risikoreaktionen bereits bei normaler Belastung einhergeht. Erkennbar ist eine hohe Stresssensibilität an im Vergleich zur Grundgesamtheit sehr hohen Abweichungen einzelner belastungsrelevanter Parameter. Da das Auftreten von MES stressinduziert sein kann, ist die Stresssensibilität im Hinblick auf das Tolerieren von Belastungen in der Haltungsumwelt relevant für diese Untersuchung.

Ausserdem soll geklärt werden, ob sich die Tiere von Betrieben mit unterschiedlichen MES-Raten hinsichtlich ihrer Reaktionen unterscheiden.

4.3.2 Methode der Datenerfassung und Aufbereitung

Zur Klassifizierung der Tiere kam ein Test zum Einsatz, der in Anlehnung an einen von BALZER (2003) entwickelten Test konzipiert wurde. Hierbei wird nach den Prinzipien der Induktionsmethode gearbeitet. Dabei wird das Tier standardisierten mittleren Belastungen ausgesetzt. Während des Tests wurde das Verhalten protokolliert und Parameter der physiopsychologischen Reaktion gemessen. Es ist notwendig, immer mehrere Parameter gleichzeitig zu erfassen, da jedes Tier auf Belastungen individuell und nicht zwangsläufig mit jedem erfassten Einzelparameter reagiert. Es ist daher auch nicht zu erwarten, dass die Einzelparameter in jedem Fall miteinander korrelieren (SCHEUCH und SCHREINICKE 1989).

Es wurden folgende Parameter erfasst und ausgewertet:

- Hautpotential (HP)
- Hautwiderstand (HW)
- Elektromyogramm (EMG)
- Herzfrequenz (HF)
- Verhalten

Der Test wurde nach dem Einstellen der hochtragenden Färsen in den Abkalbbereich, 2 - 3 Wochen vor dem errechneten Abkalbetermin in der gewohnten Umgebung des Tieres durchgeführt. Die Tiere waren dabei entweder im Fressgitter oder in der Liegebox arretiert. Der Testablauf ist in Tabelle 36 dargestellt.

Tabelle 36: Ablauf des Testes zur Klassifizierung der Färsen hinsichtlich ihrer Stresssensibilität

Testphase	Aktion	Dauer	Reizzahl und -frequenz
Prä	Ruhephase nach dem Umlegen des Messgurtes	5 min	
Hand	Reizung des Tieres durch Handberührungen, Ort und Reihenfolge der Berührungen sind bei jedem Tier gleich	1 min	6 Reize im Abstand von jeweils 10 Sekunden
Pause 1	Ruhephase	1 min	
Metall	Reizung des Tieres durch Berührungen mit Metallgegenstand, Ort und Reihenfolge der Berührungen sind bei jedem Tier gleich	1 min	6 Reize im Abstand von jeweils 10 Sekunden
Pause 2	Ruhephase	1 min	
Blitz	Reizung des Tieres durch Lichtblitze (Fotoblitz) Position der Lichtquelle: 1m rechts vom Kopf, in Augenhöhe	30 sek	3 Reize im Abstand von jeweils 10 Sekunden
Post	Ruhephase nach Beendigung der Reizung	5 min	

Bei der Durchführung war zu beachten, dass die erfassten physiologischen Parameter circadianen Rhythmen unterliegen. Es wurde deshalb in jedem Betrieb immer zur selben Tageszeit und in einer Aktivphase der Tiere (nach dem morgendlichen Füttern) mit den Tests begonnen. Um die Vergleichbarkeit der Tiere innerhalb eines Testtages zu gewährleisten, war die maximale Dauer der Tests auf 5 Stunden pro Testtag begrenzt. Getestet wurde nicht an Umstellungstagen und dem darauffolgenden Tag sowie während oder direkt nach außergewöhnlichen Ereignissen (Reparaturen, Entmisten, Impfen usw.)

Die Erfassung des Tierverhaltens erfolgte für jede Testphase subjektiv mittels eines Protokolls (siehe Anhang D). Es wurden die nachfolgend aufgeführten Verhaltensklassen gebildet.

Klasse 1 = entspannt	<ul style="list-style-type: none"> - Tier ist ruhig, schläft, kaut wieder oder frisst - Bewegungen sind locker und fließend - Umgebung findet wenig Beachtung
Klasse 2 = interessiert	<ul style="list-style-type: none"> - Tier ist ruhig bis neugierig - Bewegungen sind locker und fließend - Umgebung wird interessiert beobachtet oder erkundet
Klasse 3 = ängstlich	<ul style="list-style-type: none"> - Tier zeigt deutliche Zeichen von Erschrecken oder Furcht (Schwanzschlagen, Ausweichversuche, Zusammenzucken) - z.T. verstärkte Bewegungsintensität, Bewegungen häufig ruckartig, aber locker - Umgebung wird argwöhnisch beobachtet oder erkundet
Klasse 4 = demütig	<ul style="list-style-type: none"> - Tier steht mit gesenktem Kopf, duldet - kaum Bewegungen, häufig verkrampfte Körperhaltung und reduzierte Schwanzbewegung - kaum Ausweich- und keine Abwehrreaktionen, eingeschränkte Reaktion auf Umgebung
Klasse 5 = erstarrt	<ul style="list-style-type: none"> - völlig starre Körperhaltung mit Abschnitten absoluter Bewegungslosigkeit, Bewegungen erfolgen abrupt und unkontrolliert - z.T. starkes Augenflimmern und Hechelatmung - keine kontrollierte Reaktion auf Umgebung
Klasse 6 = panisch	<ul style="list-style-type: none"> - Tier wirkt sehr aufgeregt, völlig unkontrollierte Abwehrbewegungen - keine adäquate Reaktion auf Umgebung (hat keine Kontrolle über die Situation)
Klasse 7 = aggressiv	<ul style="list-style-type: none"> - zielgerichtete und kontrollierte Abwehrreaktion - Tier reagiert adäquat auf Umwelt (hat Kontrolle über die Situation)

Die Erfassung und z.T. auch die Auswertung der physiologischen Messgrößen erfolgte mittels eines sensorbestückten Gurtes (Abbildung 24) und einem Datenlogger (Gerät SMARD WATCH) sowie der dazugehörigen Software.

Datenlogger SMARD WATCH

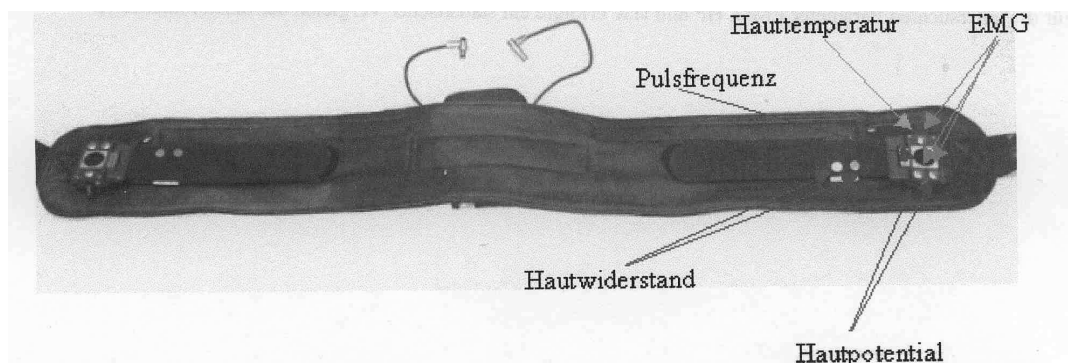


Abbildung 24: Messgurt mit Sensoren

Der Gurt wurde dem Tier direkt hinter den Vorderbeinen um den Rumpf geschnallt, so dass die Sensoren in der Herzgrube lagen. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Gerätetasche des Datenloggers rechts neben der Wirbelsäule lag. Der Parameter Herzfrequenz (HF) wurde im 10-Sekunden-Takt erfasst, die Parameter Elektromyogramm (EMG), Hautpotential (HP) und Hautwiderstand (HW) im 1-Sekunden-Takt. Es wurden generell die Messwerte der rechten Seite ausgewertet. Bei der Wertung des Testergebnisses sind folgende Tatsachen von Bedeutung:

- sämtliche erfasste Parameter sind abhängig von der aktuellen Tagesform
- sämtliche erfasste Parameter sind emotional beeinflusst

Es ist daher zu erwarten, dass die Testergebnisse keine hohe Wiederholbarkeit aufweisen, weil zum einen die Tagesform stark variiert und zum anderen der Test beim ersten Einsatz völlig anders emotional reflektiert wird als beim zweiten, nun dem Tier schon bekannten Durchlauf.

Es wird jedoch allgemein davon ausgegangen, dass ein Individuum mit einer charakteristischen individuellen Antwort reagiert, wenn es das erste Mal mit einem unbekannten Reiz konfrontiert wird (BALZER 2003). Diese Annahme liegt beispielsweise allen Novel-Environment-Tests zugrunde (siehe dazu Abschnitt 2.3.2.1.1, Seite 25). Anhand des Tests ist somit eine Einstufung der Tiere möglich, da mit dem Test eine Situation simuliert wird, die dem Tier neu und für jedes Tier gleich ist. Durch die Wahl des Messzeitpunktes, wie zu Beginn dieses Abschnittes beschrieben, wird versucht, die Einflüsse durch die aktuelle Tages- und Tageszeitform der Tiere gering zu halten. Allerdings ist ein kompletter methodischer Ausschluss der Störgröße „Tagesform“ nicht möglich.

Die Auswertung der Herzfrequenzmessungen erfolgte anhand der Originalwerte, da damit ein Vergleich zu anderen Arbeiten möglich ist.

Die Originalmesswerte der elektrodermalen Parameter (Elektromyogramm, Hautpotential und Hautwiderstand) wurden mittels der zum Gerät gehörenden Software (ISF) nach der Methode von BALZER et al. (1988) und HECHT und BALZER (1999) bearbeitet.

Diese Methode geht davon aus, dass es sich bei den zu messenden Vorgängen um Regelvorgänge handelt. Die Abläufe innerhalb eines Regelsystems verlaufen periodisch. Anhand der Periodenlängen kann man auf den aktuellen Zustand des Systems schließen (SINZ 1980, HECHT und BALZER 1999) (Abbildung 25). Ruhezustände sind durch Schwingungen mit großen Periodenlängen gekennzeichnet, Zustände der Beanspruchung weisen kurze Periodenlängen auf. Sowohl in Ruhe als auch unter gleichbleibender Beanspruchung stellen sich stabile Zustände ein: die Periodenlänge bleibt über längere Zeit gleich. Bei wechselnder Beanspruchung muss das Regelsystem permanent reagieren. Dadurch kommt es zu ständigen Veränderungen der Periodenlänge. Dieser Zustand wird als instabil bezeichnet.

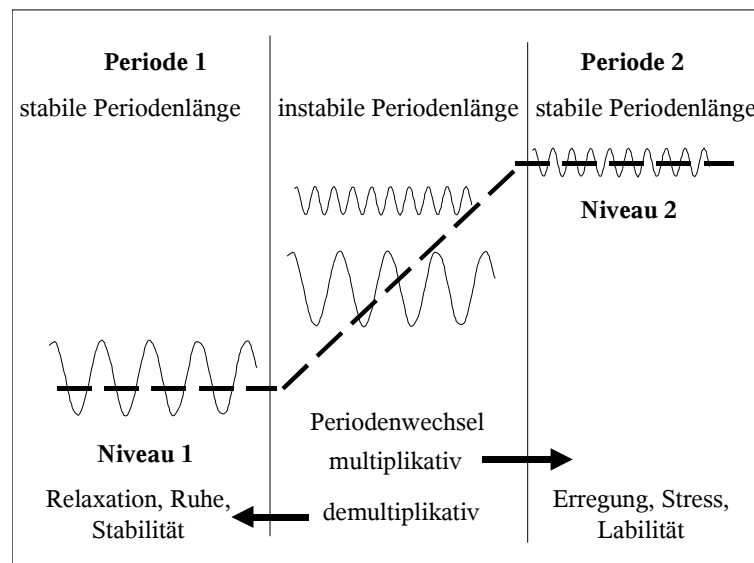


Abbildung 25: Prinzip der Charakterisierung des Zustandes eines Regelsystems anhand seiner Periodenlänge (nach HECHT und BALZER 1999)

Anhand der Originalmesswerte der elektrodermalen Parameter wird mit Hilfe der Software innerhalb eines Zeitfensters von 20 Sekunden die Periodenlänge mit der größten Auftretenswahrscheinlichkeit bestimmt. Das dazu genutzte mathematische Verfahren ist ausführlich dargestellt bei STÜCK (1998). Aus der Analyse der Häufigkeit der Periodenlängen wird zusätzlich die Aktiviertheit des Systems ermittelt (aktiviert = vorwiegend kurze Periodenlängen, deaktiviert = vorwiegend lange Periodenlängen).

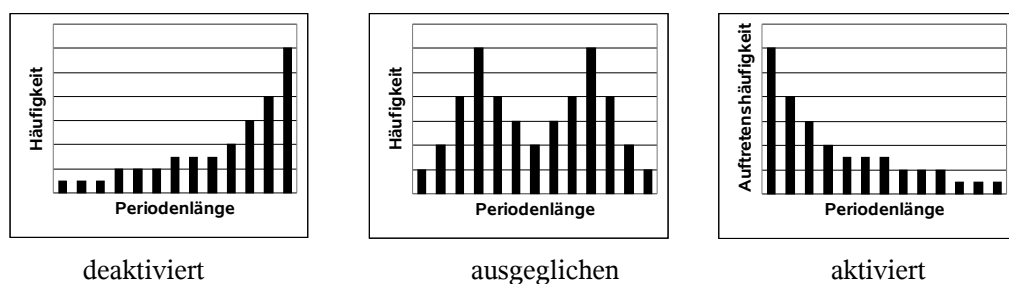


Abbildung 26: Beispiele für die Häufigkeitsverteilungen der Periodenlängen bei Regelzuständen eines gesunden Individuums

Anhand der Häufigkeitsverteilung des errechneten Parameters „Periodenlänge“ und des Parameters „Aktiviertheit“ erfolgt die Einordnung der Messergebnisse in das in Abbildung 27 dargestellte Periodensystem der Regelzustände (= PSR), das von HECHT und BALZER (1999) entwickelt wurde.

Das PSR basiert auf der Erkenntnis, dass ein Regelzustand eines nervalen Systems immer eine typische Häufigkeitsverteilung der Periodenlängen aufweist. In Abbildung 26 sind beispielhaft typische Häufigkeitsverteilungen eines gesunden Individuums bei unterschiedlichem Aktivierungsgrad eines Regelsystems dargestellt.

Die horizontale Gliederung des PSR (Abbildung 26) erfolgt anhand des Aktivierungsgrades (Überwiegen langer oder kurzer Periodenlängen). Vertikal ist das PSR in 8 Regelgüteniveaus gegliedert. Dabei entspricht das Güteniveau 0 einer Regelung eines absolut gesunden Individuums (= bestes Güteniveau), das Güteniveau 8 einem Koma (= schlechtestes Güteniveau). Für jeden Regelzustand wird aus Güteniveau (entspricht der Zehnerstelle) und Aktivierungsgrad (entspricht der Einerstelle) die Kennzahl „Regelgüte“ gebildet, anhand derer die Einordnung in das PSR erfolgt. Die Regelgüte dient als Grundlage für die Auswertung bezüglich MES. Die unbearbeiteten Originalwerte der elektrodermalen Parameter gehen nicht in die Auswertung ein, da sie störanfällig und nicht von Messung zu Messung vergleichbar sind. Ausgewertet wird nur das Regelgüteniveau (Zehnerstelle der Regelgüte).

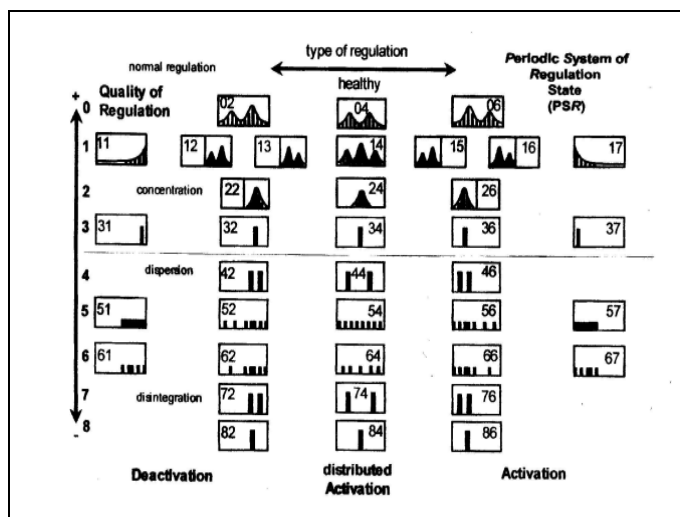


Abbildung 27: Periodensystem der Regelzustände (BALZER 2003)

4.3.3 Datenmaterial und Statistische Methode

Es wurden insgesamt 123 auswertbare Tiere getestet. Die Tiere verteilen sich auf die Betriebe 1 und 2 (Problembetriebe) und den Betrieb 4 (Kontrollbetrieb) wie in Tabelle 37 dargestellt.

Die Parameter Hautwiderstand (HW) und Herzfrequenz erwiesen sich als die messtechnisch störanfälligsten Größen, deshalb liegen hier die kleinsten auswertbaren Stichproben vor (Tabelle 38). Die Herzfrequenzdaten wurde um Werte unter 30 Schlägen / Minute bereinigt (75 Messwerte), da diese möglicherweise durch Fehler bei der Messung verursacht wurden. Die MES-Raten der Stichproben entsprechen denen der Grundgesamtheit, man kann somit von einer repräsentativen Stichprobe ausgehen.

Tabelle 37: Datengrundlage (Anzahl Tiere) des Stresstests

	gesamt	Betrieb 1		Betrieb 2		Betrieb 4
MESTier-Status		negativ	positiv	negativ	positiv	negativ
Anzahl auswertbare Tiere	123	43	12	20	22	26
davon mit gültigen Messwerten						
EMG-Güteniveau	122	42	12	20	22	26
HP-Güteniveau	123	43	12	20	22	26
HW-Güteniveau	73	29	8	13	15	8
HF in Schlägen/ Minute	66	27	8	10	13	8
MES-Rate in der Stichprobe		19,0 %		47,8 %		0 %
MES-Rate in der Herde		18,0 %		38,4 %		2,7 %

Tabelle 38: Deskriptive Statistik der gemessenen Parameter

	Elektrodermale Parameter				Herzfrequenz	
	EMG	HP	HW	Einheit		Einheit
n wertbare Datensätze	114749	115610	69792	Anzahl (1 Datensatz / Sekunde => 861 Datensätze / Tier)	6125	Anzahl (1 Datensatz / 10 Sekunden => 86 Datensätze / Tier)
Mittelwert	3,49	3,25	4,08	Regelgüteniveau	63,08	Schläge / Minute
Minimum	1	1	1		30	
Maximum	6	6	6		132	
S	1,03	1,35	1,43		9,57	

Die Prüfung auf Normalverteilung erfolgte mittels LEVENE-Test sowohl über die gesamte Datenmenge als auch innerhalb der statistischen Gruppen (SPSS => Explorative Datenanalyse => Test auf Normalverteilung mittels LEVENE-Test). Da die Werte der elektrodermalen Parameter zwar in der Grundgesamtheit stetig sind, von der Software jedoch bereits in Klassen ausgegeben werden, erfolgte hier zusätzlich eine Prüfung auf Poissonverteilung mit KOLMOGOROV-SMIRNOV-Anpassungstest (SPSS=> parameterfreie Prüfverfahren). Nur der Parameter Herzfrequenz ist annähernd normalverteilt, die elektrodermalen Parameter sind unregelmäßig verteilt und entsprechen keiner theoretischen Verteilung (Abbildung 28).

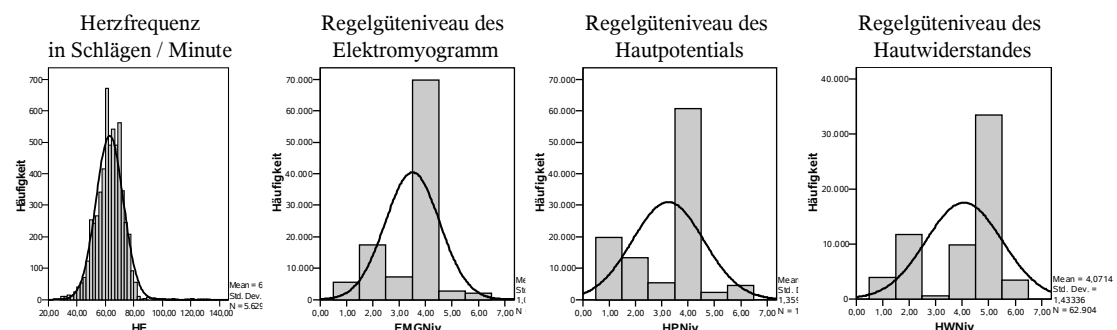


Abbildung 28: Histogramme der gemessenen Parameter

Allerdings verhalten sie sich „logisch“, d. h. bei einer Verschlechterung der nervalen Regelung kommt es zu einer Verschiebung der Häufigkeitsverteilungen nach rechts, hin zu hohen Regelgüteniveaus, wobei die geringen Häufigkeiten im Regelgüteniveau 3 beibehalten werden. Damit erfolgt ebenso eine „logische“ Verschiebung des Mittelwertes nach rechts. Der Mittelwert stellt somit trotz fehlender Normal- bzw. Poissonverteilung eine repräsentative statistische Kennzahl der vorliegenden Parameter dar. Einfache Mittelwertvergleiche wurden deshalb mittels Standardfehler vorgenommen.

Das Verfahren der Varianzanalyse ist relativ robust gegenüber fehlender Normalverteilung, solange sich die Verteilung „logisch“ verhält und annähernd Varianzgleichheit der statistischen Gruppen vorliegt. Es wird deshalb die Auswertung der Daten mittels univariater Varianzanalyse mit SPSS (gesättigtes Modell ohne Wechselwirkungen, Quadratsummen vom Typ III, Konfidenzintervall 95%, Signifikanzniveau 0,05) durchgeführt. Folgende Effekte wurden berücksichtigt:

Fixe Effekte	- Betrieb
	- MESTier – Klasse
	- Testphase
Variabler Effekt:	- Testtag

Als variabler Effekt wurde der Testtag berücksichtigt, um die Beeinflussung der Messergebnisse durch Klima und andere akute, nicht erfassbare Umwelteinflüsse (z.B. unterschiedliche Aktivität oder soziale Probleme in der Tiergruppe) zu minimieren. Dabei ist zu beachten, dass es bei der Korrektur auf den Testtag zu einer teilweisen Nivellierung der Gruppenunterschiede kommen kann, die sich aufgrund des unterschiedlichen Anteiles an MES-positiven Tieren in den Messgruppen ergeben.

Die PostHoc-Vergleiche der einfachen Mittelwerte wurden bei der Varianzanalyse nach der Methode von SCHEFFÉ, die der randomisierten Mittel mit Hilfe des Standardfehlers durchgeführt.

4.3.4 Ergebnisse

4.3.4.1 Verhalten – Auftreten der Verhaltensklassen und deren Zusammenhang mit gemessenen Parametern

Zunächst wurde untersucht, inwieweit sich Tiere mit und ohne MES in ihrem Verhalten voneinander unterscheiden. Dazu wurde der prozentuale Anteil der einzelnen Verhaltensklassen an der Testzeit für jedes Tier ermittelt und daraus der Mittelwert für die MESTier-Klassen gebildet (Abbildung 29).

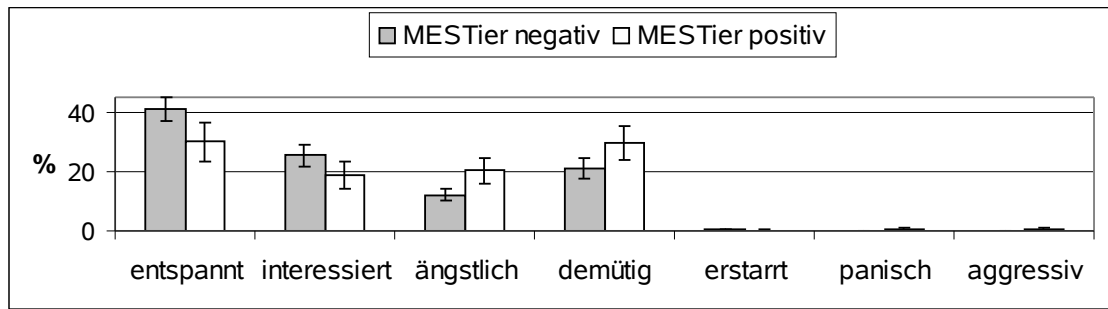


Abbildung 29: prozentualer Anteil der Verhaltensklassen an der Testzeit (einfacher Mittelwert mit Standardfehler)

Auch wenn die Unterschiede zwischen den Tieren mit und ohne MES nicht bei jeder Verhaltensklasse signifikant sind, ist eine deutliche Verschiebung des Verhaltensspektrums der MES-positiven Tiere hin zu ängstlichem und demütigem Verhalten zu erkennen. Die Tiere, die nach der Kalbung keine MES ausbilden, zeigen ein entspannteres und aufgeschlosseneres Verhalten. Die Verhaltensformen „erstarrt“, „panisch“ und „aggressiv“ traten nur bei wenigen Tieren in einzelnen Testphasen auf.

Als nächstes stellt sich die Frage, ob es einen Zusammenhang zwischen Verhalten und den gemessenen Parametern gibt. Dazu wurden die während des Auftretens einer Verhaltensklasse zeitgleich erfassten Messwerte gemittelt. Hierbei erfolgte keine Korrektur des Messtages, da davon ausgegangen wird, dass sowohl Verhalten als auch gemessene Parameter den selben Ausgangsvoraussetzungen unterliegen.

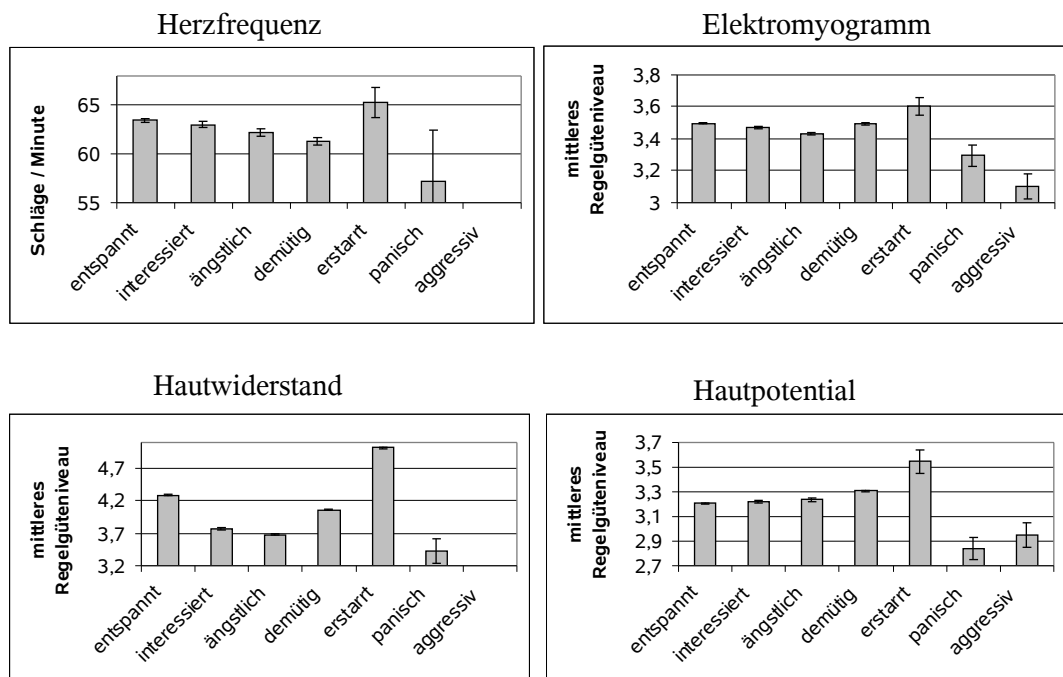


Abbildung 30: Beziehung zwischen der Verhaltensklasse und den gemessenen Parametern (einfacher Mittelwert mit Standardfehler)

Alle gemessenen Parameter weisen im Mittel signifikant unterschiedliche Skalenbereiche bei den verschiedenen Verhaltensklassen auf (Abbildungen 30). Es besteht somit ein Zusammenhang zwischen der Verhaltensaussäuerung eines Tieres und dessen psychophysiologischer Reaktionsfähigkeit unter Belastung bei den hier verwendeten Parametern. An den relativ geringen Standardfehlern ist erkennbar, dass dieser Zusammenhang für die meisten gemessenen Tiere gilt. Es gab jedoch auch einzelne Tiere, die in einigen Messabschnitten eine andere Parameterkombination zeigten, als anhand der Mittelwerte (Abbildung 30) zu erwarten war.

Für alle Parameter kann festgestellt werden, dass die niedrigsten Durchschnitte (also besten Regelzustände!) bei den Verhaltensklassen „panisch“ und „aggressiv“ auftreten. Die schlechtesten Regelzustände finden sich immer bei Verhaltensklasse „erstarrt“. Tiere, die äusserlich durch aggressive oder panische Abwehrbewegungen den Eindruck machen, stark gestresst zu sein, sind in Wirklichkeit nerval am geringsten belastet. Das lässt die Vermutung zu, dass, ähnlich wie beim Menschen, ein motorisches Ausagieren einer Belastungssituation Erleichterung verschafft. Demgegenüber sind die Tiere, die motorisch am wenigsten agieren (erstarrte), nerval am stärksten durch die Situation belastet. Erstarrungszustände oder Verhaltenshemmungen sind häufig ein Anzeichen für Überforderung, resultierend aus der fehlenden Möglichkeit, Belastungen über Verhalten zu kompensieren (SAMBRAUS 1978). Aus der Humanmedizin ist bekannt, dass solche Verhaltenshemmungen häufig zu Lasten der physiologischen Körperfunktionen gehen, was unter Umständen zu Fehlfunktionen bis hin zu psychosomatischen Erkrankungen führt (BALZER 1996). Es besteht somit der Verdacht, dass ein ausgesprochen motorisch ruhiges Verhalten eines Tieres, wie es in der Praxis z.B. beim Melken erwünscht ist, aus Sicht des Tieres im Hinblick auf seine physiologische Funktionsfähigkeit negativ zu bewerten ist.

Die sehr geringen Differenzen und z.T. uneinheitlichen Trends bei den ersten vier Verhaltensklassen erklären sich z.T. aus der Schwierigkeit, die Verhaltensklasse exakt zu vergeben. So ist oft schwer zu bestimmen, ob ein Tier wirklich demütig oder nur müde ist. Ebenso ist die Grenze zwischen „mehr ängstlich“ oder „mehr interessiert“ schwer zu ziehen.

Um die Frage zu beantworten, ob es betriebliche Unterschiede bei der Ausprägung von Verhaltensweisen gibt, wurde der prozentuale Anteil der einzelnen Verhaltensformen an der Testzeit nach Betrieb ausgewertet (Abbildung 31).

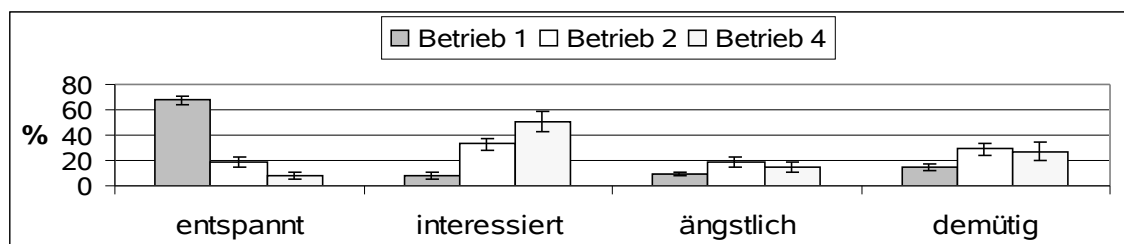


Abbildung 31: Prozentualer Anteil der Verhaltensklasse an der Testzeit nach Betrieb (einfacher Mittelwert mit Standardfehler)

Es treten signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben auf. Den größten Anteil an entspanntem Verhalten zeigen die Tiere des Betriebes 1. Diese Verhaltensform wurde vor allem in der Prä- und Postphase des Testes beobachtet. Die Tiere stehen während des Testes im Fressgitter, sind diesen Standplatz von der täglichen Fütterung her gewohnt und fressen häufig während der reizfreien Testphasen. Am Test selbst zeigen sie relativ geringes Interesse, lediglich der Blitzreiz ruft stärkere Verhaltensreaktionen hervor.

Im Gegensatz dazu sind die Tiere des Betriebes 4 nur selten entspannt. Sie sind die Arretierung im Fressgitter nicht in gleichem Maße gewohnt. Allerdings zeigen die Tiere hier ein sehr aufgeschlossenes, selbstbewusstes und interessiertes Verhalten dem Test und der Testperson gegenüber.

Sowohl in Betrieb 1 als auch in Betrieb 4 überwiegen deutlich die mit positiver Wertung belegten Verhaltensformen. Demgegenüber sind die Verhaltensformen in Betrieb 2 relativ gleich auf die ersten vier Klassen verteilt, wobei dieser Betrieb den größten Anteil an demütigen und ängstlichen Tieren aufweist. Das Verhaltensspektrum der Tiere des Betriebes 2 zeigt somit eine Verschiebung nach rechts. In Anbetracht des ermittelten Zusammenhanges zwischen Verhalten und MES und des hohen Anteils an MES-positiven Tieren (MES-Rate 38,4 %) in Betrieb 2 entspricht diese Verschiebung den Erwartungen.

4.3.4.2 Elektromyogramm

Der Mittelwertvergleich der Betriebe (Tabelle 39) ergab bei den Originalwerten zunächst einen signifikanten Unterschied der Betriebe 1 und 2 zum Kontrollbetrieb 4. Demnach sind die EMG-Regelgütewerte der Tiere in Betrieb 4 etwas besser (niedriger), als in den Problembetrieben 1 und 2. Nach der Korrektur auf den Messtag konnte diese Differenz nicht bestätigt werden.

Tabelle 39: Mittelwertvergleich des Parameters Elektromyogramm-Regelgüteniveau

Betrieb	Einfacher	Randomisiertes	MESTier	Einfacher	Randomisiertes
	Mittelwert	Mittel		Mittelwert	Mittel
1	3,50 ^a	3,44	negativ positiv	3,48 ^a	3,40
2	3,50 ^a	3,47		3,57 ^b	3,63
4	3,47 ^b	3,47			

a, b unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte (einfache Mittel: Scheffé-Test; Randomisierte Mittel: Standardfehler; Signifikanzniveau 0,05)

Allerdings ist auch bei den Originalwerten die Mittelwertsdifferenz sehr klein. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass sich die Färsen der Versuchsbetriebe beim Parameter EMG hinsichtlich ihrer Stresstabilität nicht grundsätzlich unterscheiden.

Beim Vergleich der Tiere der MESTier-Klassen kommt es durch die Korrektur auf den Messtag ebenfalls zu einer Angleichung der Messwerte. Bei den Originalwerten haben Tiere ohne MES signifikant bessere Werte, beim randomisierten Mittel nicht. Das wird vor allem durch die fehlende Trennung nach Betrieb verursacht.

Betrachtet man die Messwerte im Testverlauf nach Betrieb geordnet, ergibt sich ein deutlicher Unterschied zwischen Tieren mit und ohne MES (Abbildung 32). Tiere mit MES zeigen in beiden Problembetrieben einen deutlich schlechteren Regelgütenverlauf als Tiere ohne MES. Hierbei ist zu bemerken, dass der Unterschied zwischen Tieren mit und ohne MES bei Betrieb 2 sehr viel deutlicher ausgeprägt ist, als bei Betrieb 1.

Die Werte der Tiere von Betrieb 4 bewegen sich zwischen denen der MESTier-Klassen der Betriebe 1 und 2. Das kann ein Hinweis darauf sein, dass es sich bei Betrieb 4 nicht um eine stressstabilere Herde handelt, sondern dass hier die vorhandene Stressanfälligkeit einzelner Tiere nicht in Form einer MES zum „Ausbruch“ kommt.

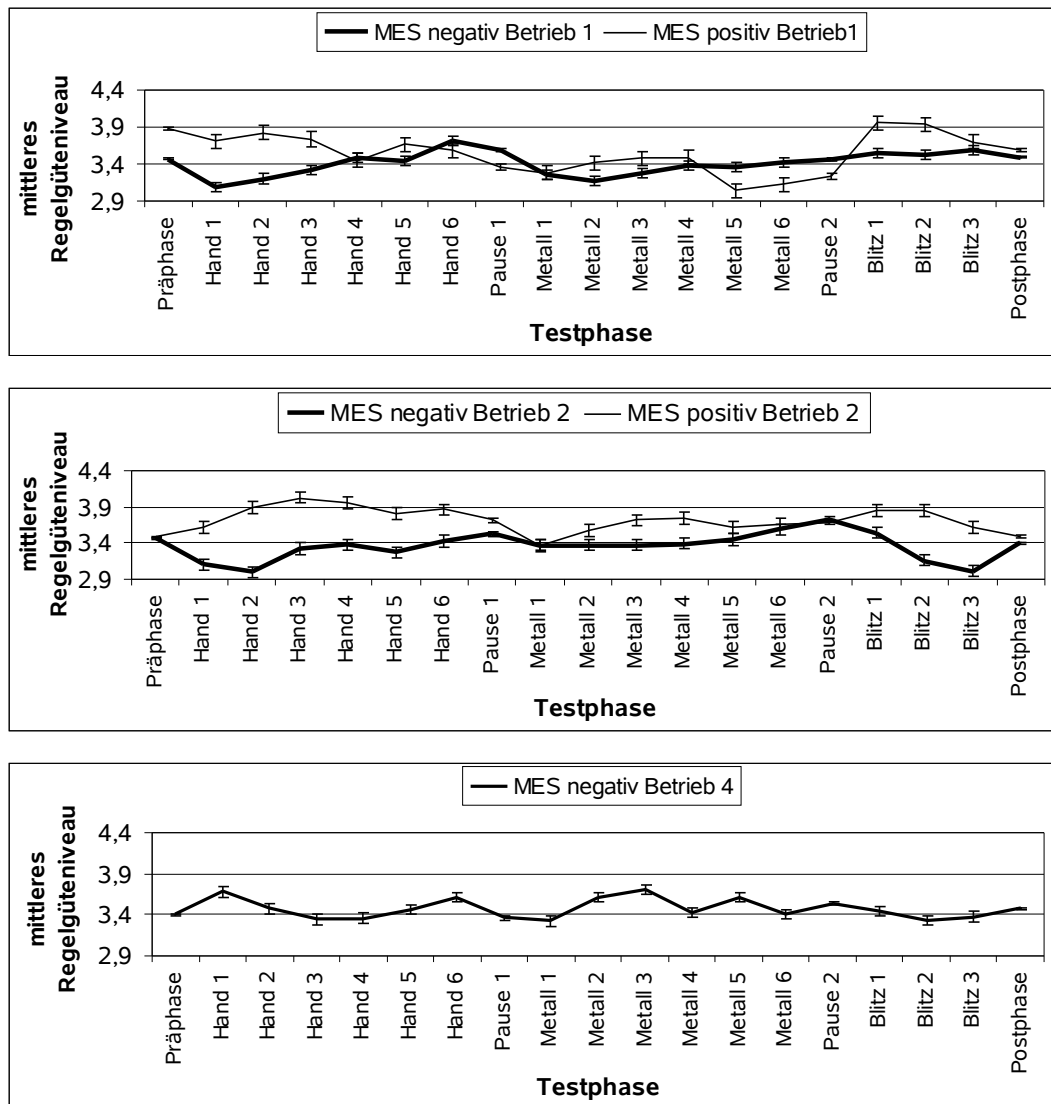


Abbildung 32: Regelgüteniveau des Elektromyogramm während des Testverlaufes (randomisierte Mittelwerte mit Standardfehler)

4.3.4.3 Hautpotential

Die Tiergruppen der Betriebe unterscheiden sich beim Parameter Regelgüteniveau Hautpotential signifikant voneinander. Demnach weisen sowohl beim einfachen, als auch beim randomisierten Mittel die Tiere des Betriebes 1 die besten und die Tiere des Betriebes 4 die schlechtesten Werte auf. Beim Vergleich der Tiergruppen mit und ohne MES haben MES-positive Tiere signifikant höhere (=schlechtere) Regelgütewerte. Das heißt: Tiere, die später eine MES ausbilden werden, weisen im Mittel bereits vor der Kalbung schlechtere vegetativ-nervale Funktionen auf.

Tabelle 40: Mittelwertvergleich des Parameters Hautpotential-Regelgüteniveau

Betrieb	Einfacher Mittelwert	Randomisiertes Mittel	MESTier	Einfacher Mittelwert	Randomisierte s Mittel
1	3,18 ^a	3,27 ^a	negativ positiv	3,24	3,26 ^a
2	3,21 ^b	3,31 ^b		3,25	3,37 ^b
4	3,44 ^c	3,45 ^c			

a, b Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte (einfache Mittel: Scheffé-Test; Randomisierte Mittel: Standardfehler; Signifikanzniveau 0,05)

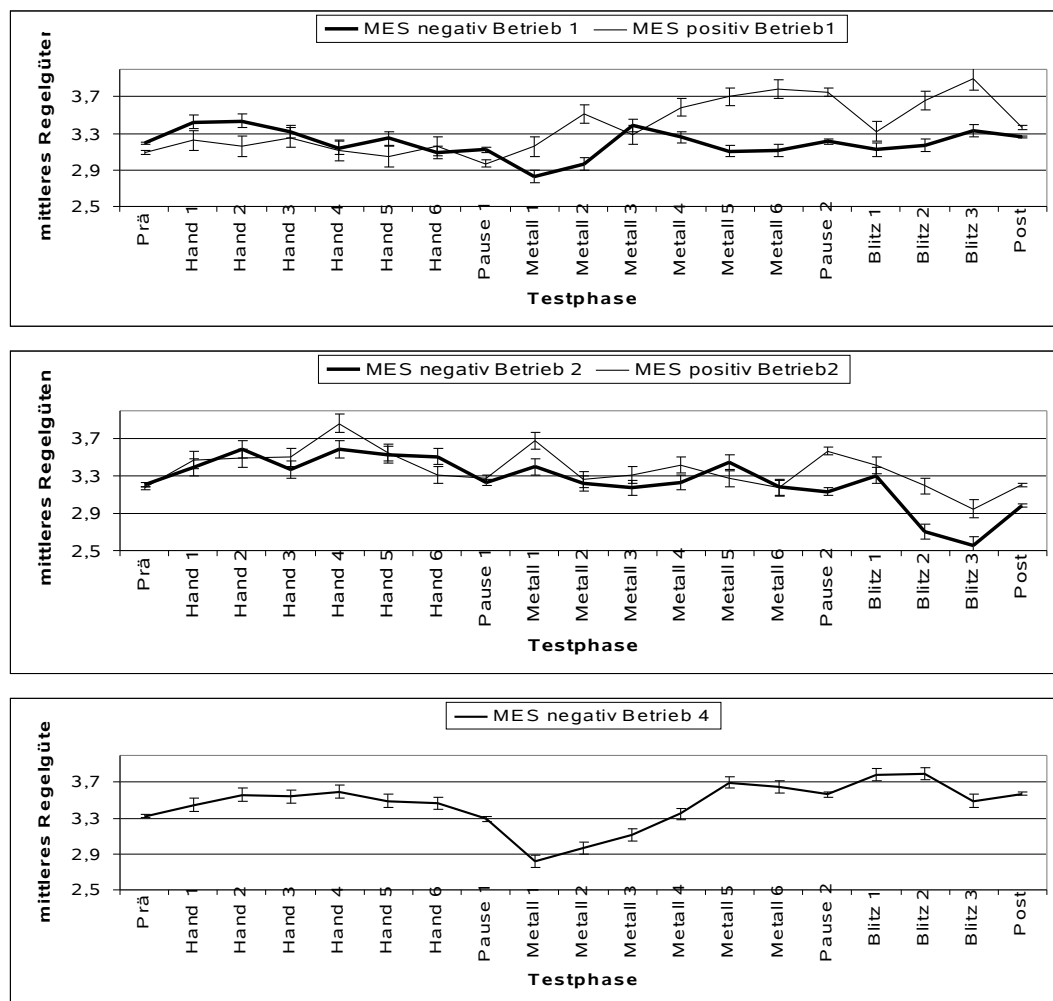


Abbildung 33: Regelgüteniveau des Hautpotentials während des Stresstests (randomisierte Mittelwerte mit Standardfehler)

Auch im Testverlauf zeigt das Hautpotential signifikante Unterschiede zwischen den Tieren mit und ohne MES in beiden Problembetrieben (Abbildung 33). In Betrieb 1 weisen die Tiere mit MES schlechtere Werte als die Tiere ohne MES auf, allerdings erst in der zweiten Hälfte des Testverlaufes. Auffallend ist, dass diese Tiere kaum eine Habituation zeigen: Die Wertekurve flacht bei Reizwiederholungen kaum ab, sondern zeigt bis zum jeweils letzten Reiz (Metall 6 bzw. Blitz 3) eine ungebrochen ansteigende Tendenz. Das spricht für eine mangelnde Stressbewältigung durch fehlende Lern- oder Anpassungsfähigkeit. Die Tiere in Betrieb 4 weisen einen ähnlich schlechten Kurvenverlauf auf, wie die MES-positiven Tiere von Betrieb 1, allerdings zeigen erstere deutliche Habituationserscheinungen. Bereits vor Beendigung einer Reizfolge (Hand 4, Metall 5, Blitz 2) kehrt sich der Kurvenverlauf um und die Werte verbessern sich wieder.

In Betrieb 2 liegen die Kurven der Tiere mit und ohne MES sehr dicht beieinander. Erst ab der zweiten Pause werden die Unterschiede durchgängig signifikant. Warum die MES-positiven Tiere gerade in der reizfreien Pause mit so schlechten Regelgütwerten reagieren, ist unklar.

4.3.4.4 Hautwiderstand

Bei den Mittelwerten der Originalmesswerte (Tabelle 41) bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben. Nach der Korrektur sind die Differenzen nicht mehr statistisch absicherbar, die Tendenz bleibt jedoch gleich. Demnach verkraften die Tiere in Betrieb 4 den Test emotional am besten, die Tiere des Betriebes 1 am schlechtesten.

Tabelle 41: Mittelwertvergleich des Parameters Hautwiderstand-Regelgütniveau

Betrieb	Einfacher	Randomisiertes	MES Tier	Einfacher	Randomisiertes
	Mittelwert	Mittel		Mittelwert	Mittel
1	4,41 c	4,40	negativ positiv	4,07	3,86
2	3,76 b	3,50		4,07	4,04
4	3,48 a	3,33			

a, b Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte (einfache Mittel: Scheffé-Test; Randomisierte Mittel: Standardfehler; Signifikanzniveau 0,05)

Ein Grund hierfür könnte die jeweilige Ausgangssituation sein: In Betrieb 1 werden Färsen und Kühe in einer Gruppe gehalten, was verstärkte Rankämpfe und dadurch soziale und emotionale Belastungen mit sich bringt. Die Tiere in Betrieb 2 unterliegen dieser Art Belastung nicht, was sich in einer besseren emotionalen Verfassung der Färsen widerspiegeln könnte.

In Betrieb 4 sind analog zu Betrieb 1 Färsen und Kühe in einer Box. Allerdings kennen sich die Tiere hier bereits länger. Sie standen vor der Einstellung in den Abkalbebereich für einige Wochen in Anbindehaltung, ebenfalls Färsen und Kühe gemischt. Die dadurch möglicherweise entstandene soziale Bindung der Tiere untereinander könnte die Rankämpfe entschärfen. Zudem ist die für den Test notwendige Arretierung im Fressgitter für die Tiere etwas Gewohntes, im Gegensatz zu den Tieren von Betrieb 1.

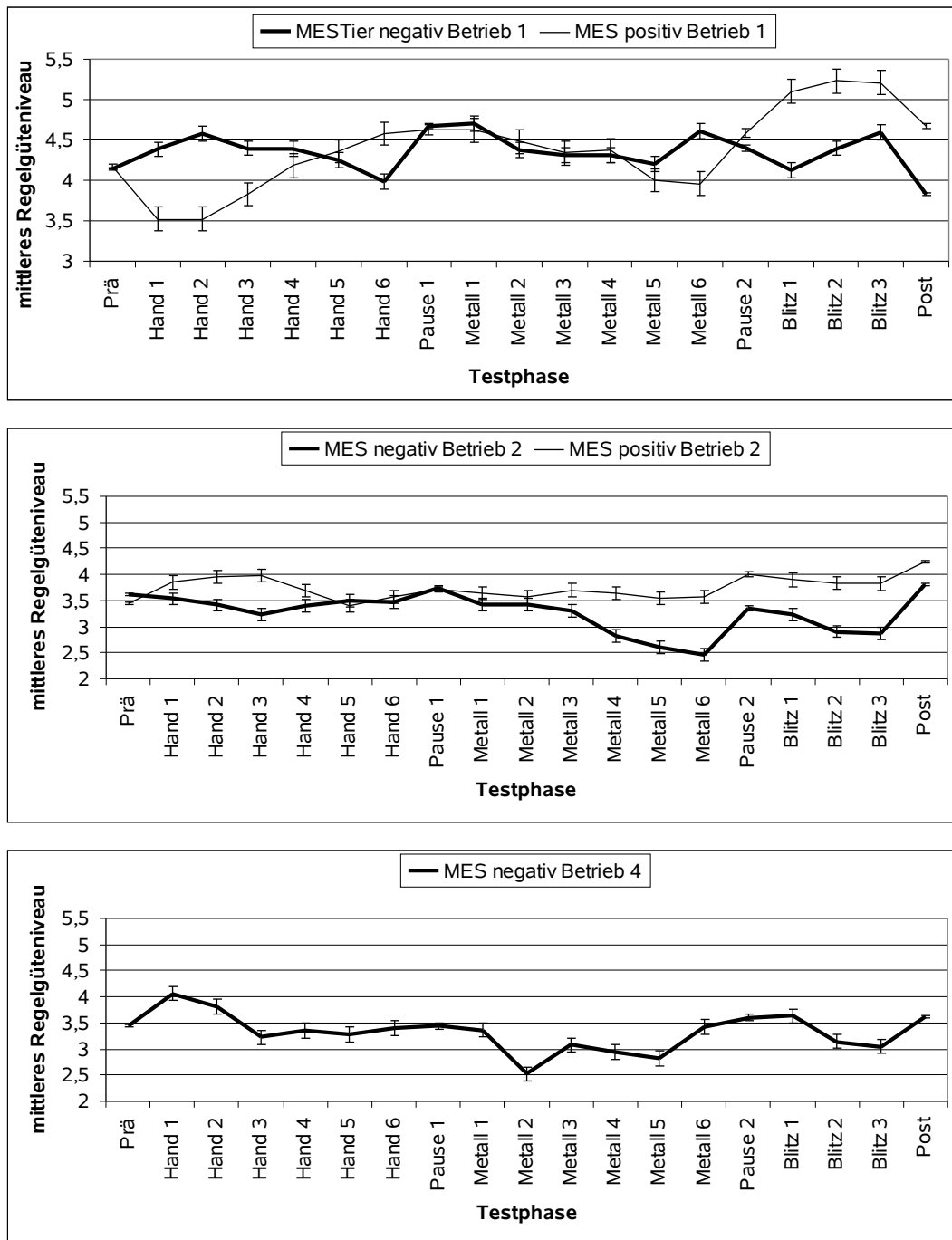


Abbildung 34: Regelgüteniveau des Hautwiderstandes während des Stresstests (randomisierte Mittelwerte mit Standardfehler)

Betrachtet man die Werte im Testverlauf (Abbildung 34), bestätigt sich der niedrige Durchschnittswert von Betrieb 4 über die gesamte Testzeit. Da das Startniveau mit dem von Betrieb 2 vergleichbar ist, kann nicht eine bessere Ausgangsposition zu Testbeginn der Grund für die niedrigeren Werte sein, sondern die Tiere in Betrieb 4 verkraften den Test emotional besser. In den Betrieben 1 und 2 verlaufen die Kurven der Tiere mit und ohne MES zunächst sehr dicht beieinander. Erst ab etwa der Hälfte der Testzeit zeigen MES-positive Tiere deutlich schlechtere Werte als MES-negative Tiere.

Die Werte des Betriebes 1 liegen für beide MES-Klassen und den gesamten Testverlauf auf einem höheren Niveau, als die Werte des Betriebes 2. In Betrieb 2 zeigen somit die Tiere geringere emotionale Beanspruchung. Allerdings sind hier im Testverlauf deutlichere Unterschiede zwischen den MES-Klassen zu verzeichnen als bei Betrieb 1.

4.3.4.5 Herzfrequenz

Beim Vergleich der einfachen Mittelwerte sind signifikante Unterschiede in der Herzfrequenz zwischen den Tieren der Betriebe feststellbar. Demnach haben die Tiere des Betriebes 1 im Mittel die höchsten Herzfrequenzen während des Tests, die Tiere des Betriebes 4 die niedrigsten. Allerdings lassen sich die Signifikanzen nach der Korrektur um Messtag und MESTier-Klasse nicht bestätigen, die Tendenz bleibt jedoch gleich. Tiere mit MES haben im Mittel höhere Herzfrequenzen als Tiere ohne MES. Die Differenzen sind sowohl beim einfachen als auch beim randomisierten Mittel statistisch sicher.

Tabelle 42: Mittelwertvergleich des Parameters Herzfrequenz

Betrieb	Einfacher Mittelwert	Randomisiertes Mittel	MESTier	Einfacher Mittelwert	Randomisiertes Mittel
1	63,5 ^b	62,6	negativ positiv	62,7 ^a	61,5 ^a
2	63,3 ^b	63,0		63,7 ^b	63,9 ^b
4	60,4 ^a	59,8			

a, b unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte (einfache Mittel: Scheffé-Test; Randomisierte Mittel: Standardfehler; Signifikanzniveau 0,05)

Beim Vergleich der Herzfrequenz während des Testverlaufes (Abbildung 35) fällt zunächst auf, dass die Tiere von Betrieb 4 während der Metallreize deutlich niedrigere Herzfrequenzen aufweisen, als die anderen Tiere. Eine Erklärung hierfür konnte nicht gefunden werden. Beim Vergleich der Tiergruppen mit bzw. ohne MES besteht nur in Betrieb 1 ein signifikanter Unterschied. Hier zeigen die Tiere, die nach der Kalbung eine MES ausbildeten, über den gesamten Testverlauf höhere Herzfrequenzen. Für einige Testphasen können die Differenzen statistisch abgesichert werden. Die höchsten Differenzen treten in den Pausen auf, was dafür spricht, dass die MES-positiven Tiere schlechter entspannen können.

In Betrieb 2 zeigt sich kein eindeutiges Bild. Es konnten für keine Testphase signifikante Unterschiede zwischen den MES-Klassen gefunden werden.

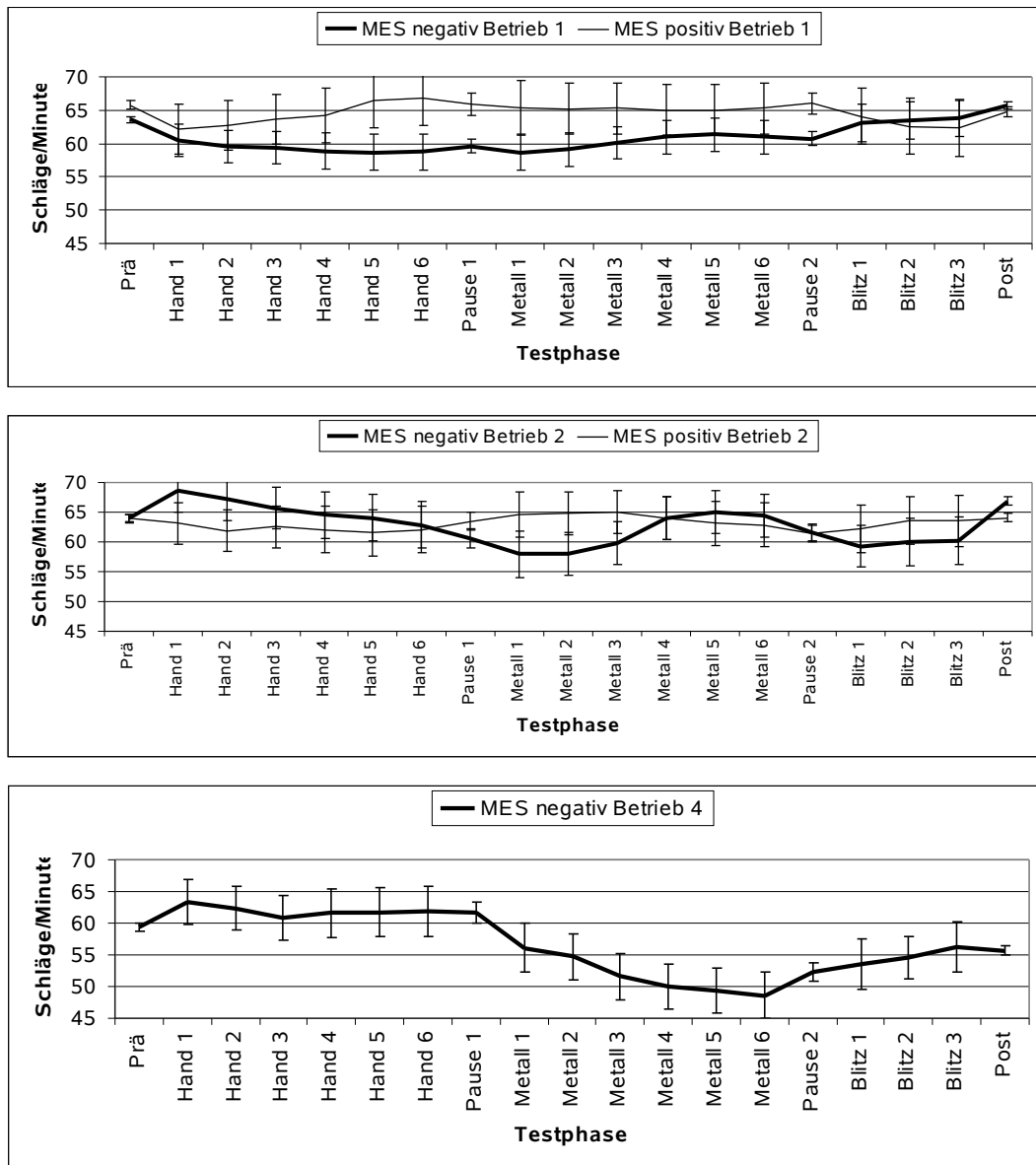


Abbildung 35: Herzfrequenz während des Stresstests (randomisierte Mittelwerte mit Standardfehler)

4.3.4.6 Anteil stresslabiler Tiere in der Herde

Um abschließend zu klären, ob der Anteil stresslabiler Tiere zwischen den Betrieben differiert oder ob die Unterschiede der Verlaufskurven der momentanen Stressbelastung zuzuschreiben ist, wurden die Verlaufskurven der Einzeltiere für den Parameter Regelgüteniveau des Hautpotentials subjektiv eingeschätzt.

Der Vorteil dieser Methode beruht darauf, dass der zeitliche Verlauf der Kurven zusätzliche Informationen über die Reaktionsfähigkeit des Einzeltieres bietet, die mit dem Verfahren der Mittelwertbildung nicht zu erhalten sind. Der Nachteil beruht auf der Subjektivität der Einschätzung, die vor allem bei den nicht eindeutigen Kurvenverläufen zu Fehlern führt.

Die Klassifikation der Kurven erfolgte nach folgenden Gesichtspunkten:

Tiere mit guter Belastbarkeit zeichnen sich durch folgende Merkmale des Kurvenverlaufes aus:

- über längere Phasen gute (niedrige) Regelgüte
- Reaktion auf äußere Reize durch ein Verändern des Güteniveaus
- unterschiedlich starke Veränderung bei unterschiedlich starken Reizen
- nach der Reizung erfolgt eine schnelle Beruhigung (Wiedererreichen des niedrigen Güteniveaus)

Tiere mit schlechter Belastbarkeit haben demgegenüber folgende Merkmale des Kurvenverlaufes:

- selten und meist nur kurz gute (niedrige) Regelgüte
- langes Verharren in schlechten Regelzuständen
- wenig /keine adäquate Reaktion auf Reize, z.T. Überreaktionen
- es tritt keine Beruhigung ein

In Abbildung 36 sind typische Kurvenverläufe beispielhaft dargestellt.

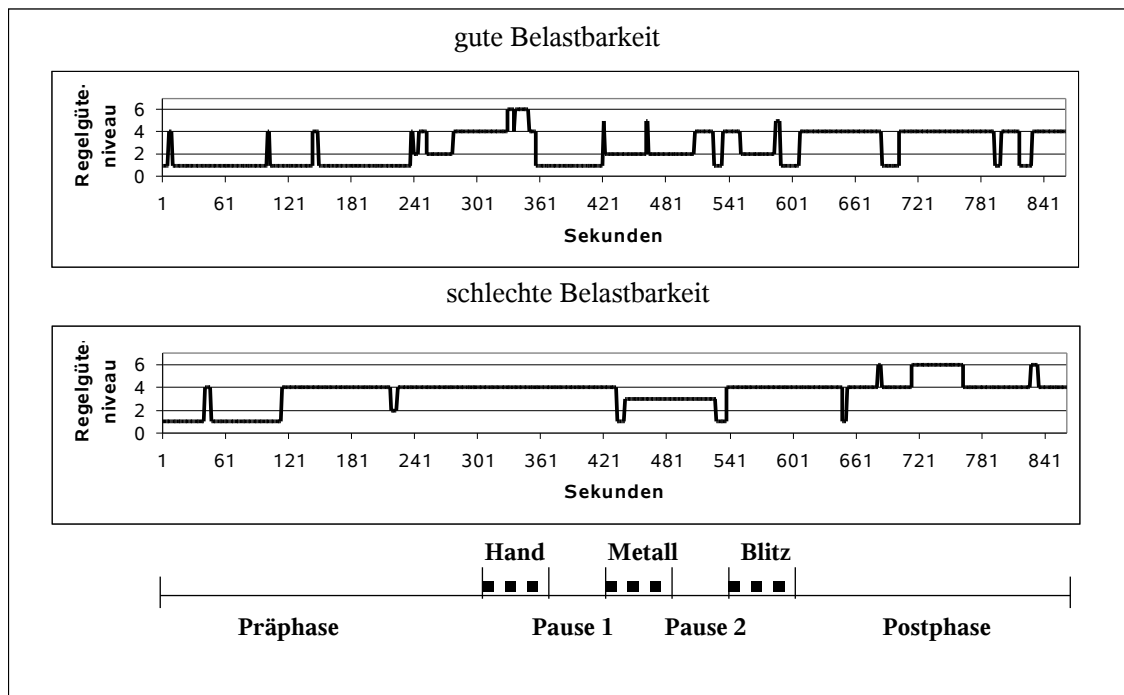


Abbildung 36: Typische Kurvenverläufe bei unterschiedlicher Belastbarkeit während des Tests (Parameter Regulationsgüteniveau des Hautpotentials)

Es konnten bei der Einstufung der Tiere in „gut“, „mittel“ und „schlecht“ belastbar nur geringe Unterschiede zwischen den Betrieben gefunden werden (Tabelle 43). Der Chi²-Test ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Betrieben. In allen Betrieben waren weniger als 10 %

der Tiere tatsächlich schlecht belastbar. Den größten Anteil an schlecht belastbaren Tieren hat Betrieb 2 mit 8,3 %. Der Anteil der Tiere, die mit der Testsituation gut zurechtkamen, war bei Betrieb 4 mit 50% am höchsten und bei Betrieb 2 mit 37,5 % am niedrigsten. Man kann somit feststellen, dass die Tiere von Betrieb 2 (höchste MES-Rate) geringfügig schlechter belastbar waren. Die beste Belastbarkeit wiesen die Tiere von Betrieb 4 auf (niedrigste MES-Rate).

Tabelle 43: prozentualer Anteil der Tiere mit unterschiedlicher Belastbarkeit im Test beim Parameter Regulationsgüteniveau des Hautpotentials

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 4
gut	47,76	37,50	50,00
mittel	46,27	54,17	46,15
schlecht	5,97	8,33	3,85
MES-Rate	18	38,4	2,7

keine signifikanten Unterschiede zwischen den Betrieben (Chi²-Test, $p \leq 0,05$)

Allerdings erklären die geringen Differenzen der Belastbarkeit der Tiere zwischen den Betrieben nicht die großen Unterschiede der betrieblichen MES-Raten. In Tabelle 43 ist dargestellt, wieviel Prozent der Tiere einer Belastbarkeitsstufe eine MES ausbildeten. Betrieb 4 ist in dieser Tabelle nicht dargestellt, weil dort keines der getesteten Tiere, also auch nicht die schlecht belastbaren, eine MES ausbildete.

Es wird deutlich, dass tatsächlich die Tiere mit schlechter Belastbarkeit bevorzugt eine MES ausbilden, allerdings nicht in jedem Fall. Bei Betrieb 1 hatten immerhin 50 % der schlecht belastbaren Tiere eine normale Milchejektion, bei Betrieb 2 waren es nur noch 33 %.

Tabelle 44: Prozentualer Anteil der Tiere einer Belastbarkeitsstufe pro MESTier-Klasse (Parameter Regelgüteniveau des HP)

	Betrieb 1		Betrieb 2	
	MESTier positiv	MESTier negativ	MESTier positiv	MESTier negativ
gut	11	89	40	60
mittel	35	65	50	50
schlecht	50	50	67	33

Auch schützt eine gute Belastbarkeit nicht zwangsläufig vor MES. Während bei Betrieb 1 die Tiere mit guter Belastbarkeit fast nie eine MES ausbildeten (11 %), gaben bei Betrieb 2 40 % der gut belastbaren Tiere die Milch nicht von selbst.

Das bedeutet, dass in Betrieb 2 nicht allein eine geringe Stressstabilität der Tiere die Ursache der hohen MES-Rate sein kann. Vielmehr müssen hier so gravierende Belastungsfaktoren vorliegen, dass letztendlich sogar gut belastbare Tiere stark von MES betroffen sind.

4.3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse des Untersuchungsblockes 3

Um die Frage zu klären, ob es eine Beziehung zwischen der Stresssensibilität des Tieres und dem Auftreten von MES gibt, wurden in drei Betrieben (zwei Problembetriebe und ein

Kontrollbetrieb) Färsen hinsichtlich ihrer Stresssensibilität getestet. Der Test fand ca. 2 bis 3 Wochen vor dem errechneten Abkalbetermin statt. Während des Tests waren die Tiere standardisierten Reizen ausgesetzt. Parallel dazu wurde das Verhalten erfasst sowie die Parameter Herzfrequenz, Hautpotential, Hautwiderstand und Elektromyogramm gemessen. Tiere, die nach der Kalbung eine MES ausbildeten, wiesen während des Tests im Mittel ein verändertes Verhaltensspektrum und schlechtere Messwerte bei den elektrodermalen Parametern auf. Beim Parameter Herzfrequenz konnten nur in Betrieb 1 signifikant höhere Werte der Tiere mit MES im Testverlauf nachgewiesen werden. Hinsichtlich des Anteiles an Tieren mit hoher bzw. niedriger Belastbarkeit während des Tests bestanden zwischen den Betrieben nur geringe Unterschiede, die nicht die großen Differenzen der betrieblichen MES-Raten erklären können. Tiere mit schlechter Belastbarkeit neigen stärker zur Ausbildung einer MES als Tiere mit guter Belastbarkeit.

4.4 Untersuchungsblock 4: Stressmessung während des Einmelkens

4.4.1 Ziel der Messung

Es soll geklärt werden, ob Tiere, die eine MES ausbilden, während der ersten Melkungen eine schlechtere physiologische Reaktion oder verändertes Verhalten aufweisen und ob konkrete Umwelteinflüsse dafür verantwortlich sind.

4.4.2 Methode der Datenerfassung und –aufbereitung

Es wurde in den Betrieben 1 und 2 eine Messung physiologischer Parameter während des Melkens vorgenommen. Die Messungen erfolgten, analog zum Stresstest, mit dem Gerät SMARD WATCH und beinhalteten die Parameter Herzfrequenz, Hautpotential, Hautwiderstand und Elektromyogramm. Die Erfassung und Aufbereitung der Daten durch die Gerätesoftware ist in Abschnitt 4.3.2 (Seite 87) beschrieben. Circa eine halbe Stunde vor dem Beginn des Melkens wurde den Tieren der Messgurt umgelegt. Danach begann die Erfassung der Messdaten. Gleichzeitig wurden alle Verhaltensäußerungen des Tieres und alle Ereignisse im Umfeld des Tieres sekundengenau protokolliert, um physiologische Reaktionen äußeren Ursachen zuordnen zu können. Die Einstufung des Verhaltens erfolgte ebenfalls nach der in Abschnitt 4.3.2 beschriebenen Klassifizierung. Die Messung war beendet, wenn sich das Tier nach dem Melken mindesten seit 5 Minuten wieder in der Laufbox aufhielt.

Es wurde wenigstens während der ersten, maximal bis einschließlich der dritten Melkung gemessen. Die betriebliche Melkroutine wurde nicht verändert, weil Umwelteinflüsse möglichst praxisnah erfasst werden sollten.

Im Gegensatz zum Stresstest standen die Tiere bei der Messung während des Einmelkens nicht still. Das hatte ein häufiges Rutschen der Elektroden und damit Artefakte in den Messkurven zur Folge. Während bei den elektrodermalen Parametern, bedingt durch die mathematische

Methode der Datenaufbereitung (siehe Abschnitt 4.3.2), Artefakte kaum verzerrend auf das Ergebnis wirken, ist die Messkurve der Herzfrequenz häufig wegen Artefakten nicht wertbar. In die Auswertung der Herzfrequenz wurden deshalb nur Messreihen einbezogen, die optisch als weitestgehend artefaktfrei eingestuft werden konnten.

4.4.3 Statistische Auswertung

Bei der Auswertung der Daten wurden das Merkmal „MESTier“ und das Merkmal „MESMelkung“ unterschieden. Die Definition der verschiedenen MES-Klassen ist in Abschnitt 4.1.2 dargestellt. Demnach ist ein Tier „MESTier-positiv“, wenn es mindestens zu einer erfassten Melkzeit eine eindeutige Milchejektionsstörung aufweist. Das Merkmal „MESMelkung“ besagt, ob ein Tier zu dieser konkreten Melkzeit eine Milchejektionsstörung hatte. Jedes Tier hat nur eine MESTier-Klasse, kann jedoch bis zu 3 unterschiedliche MESMelkung-Klassen haben (Beispiel siehe Abschnitt 4.1.2).

Auch bei den Messungen während des Einmelkens waren die elektrodermalen Parameter nicht und die Herzfrequenzdaten nur teilweise normalverteilt, verhielten sich aber in ihren Häufigkeitsverteilungen „logisch“, d.h. Häufigkeitsverteilung und Mittelwert wurden bei Verschlechterung der Regelprozesse nach rechts verschoben. Da ein Vergleich von Mittelwerten der Messabschnitte, so wie er beim Stresstest vorgenommen wurde, aufgrund der unstandardisierten Messbedingungen nicht in allen Fällen sinnvoll ist, wurden zusätzliche Merkmale des Kurvenverlaufes erfasst, die wiederum spezifische Verteilungen aufwiesen. Der besseren Übersicht wegen werden die ausgewerteten Merkmale und deren Auswertungsmethodik im Zusammenhang mit den Ergebnissen beschrieben.

4.4.4 Ergebnisse

4.4.4.1 Deskriptive Statistik

Bei allen erfassten Parametern kam es zu Ausfällen der Messtechnik, so dass sich die Anzahl der wertbaren Messungen bei den einzelnen Messgrößen unterscheiden. Pro Messung wird durch die Messtechnik jede Sekunde (EMG, HP, HW) bzw. alle 10 Sekunden (HF) ein Messwert erfasst. Die bereinigten Daten, die der Auswertung zugeführt wurden, sind in den Tabellen 45 und 46 dargestellt.

Tabelle 45: Deskriptive Statistik der erfassten Daten

Merkmal	Einheit	Anzahl	Mittelwert	Min.	Max.	S
Elektromyogramm	Regelgüteniveau	491138	3,399	1	6	1,113
Hautpotential		482702	3,287	1	6	1,236
Hautwiderstand		325823	3,969	1	6	1,345
Herzfrequenz	Schläge / Minute	22504	64,80	0	180	16,65
Verhalten	Klassennote	558153	2,358	1	7	1,069

Tabelle 46: Datengrundlage (Anzahl Tiere) der Messungen während des Einmelkens

	gesamt	Betrieb 1		Betrieb 2	
		MESTier negativ	MESTier positiv	MESTier negativ	MESTier positiv
auswertbare Tiere	68	30	7	19	12
davon mit gültigen Messwerten nach Parameter					
Elektromyogramm	59	28	5	14	12
Hautpotential	57	27	5	13	12
Hautwiderstand	39	16	5	9	9
Herzfrequenz	29	10	2	7	10
davon mit gültigen Messwerten nach Melkung					
1. Melkung	68	39		29	
2. Melkung	35	16		19	
3. Melkung	15	5		10	
gesamt	118	60		58	
davon Melkungen mit /ohne MES (Merkmal MESMelkung)					
MESMelkung negativ	93	53		40	
MESMelkung positiv	11	6		5	
nicht eindeutig	14	1		13	

4.4.4.2 Ereignisse im Umfeld der Tiere während des Einmelkens

4.4.4.2.1 Klassifizierung der Ereignisse im Umfeld des Tieres

Alle Ereignisse im Umfeld der Tiere können möglicherweise belastend oder entlastend auf das Tier wirken. Um zu untersuchen, ob bestimmte Ereignisse das Auftreten von MES begünstigen, wurden zunächst alle erfassten Umwelteinflüsse in den in Tabelle 47 dargestellten Klassen zusammengefasst.

Tabelle 47: Klassifizierung der im Umfeld des Tieres auftretenden Ereignisse

Aktion am Tier		Aktion in Umgebung	
durch Person	durch anderes Tier	durch Person	durch anderes Tier
<ul style="list-style-type: none"> - Treiben - Kontakt mit Manipulation (Melken, Behandlung, Berührung usw.) - Kontakt ohne Manipulation (Ansprechen) - Person dicht daneben 	<ul style="list-style-type: none"> - Attacken - Ausweichen - Tier dicht daneben - Schmusen - Rangelei - Kalb bei Fuss 	<ul style="list-style-type: none"> - Stallarbeiten - Treiben anderer Tiere - Manipulationen an anderen Tieren - laute Geräusche - Sonstiges 	<ul style="list-style-type: none"> - Anwesenheit (vorbeilaufen, Rankämpfe zwischen anderen Tieren)

Jedes Ereignis wurde hinsichtlich seiner Wirkung auf das Tier subjektiv bewertet:

Note 1= entlastend wirkendes Ereignis bzw. positiver Umgang mit dem Tier

Note 2 = neutral / nicht eindeutig wirkendes Ereignis bzw. Umgang mit dem Tier

Note 3 = belastend wirkendes Ereignis bzw. negativer Umgang mit dem Tier

Als negativ wurden z.B. Attacken durch Gruppengefährten, unsachgemäßes Treiben und das Schlagen von Tieren durch das Personal bewertet. Als positiv sind unter anderem das Belecken

durch Gruppengefährten, das Beruhigen und Streicheln durch das Stallpersonal eingestuft worden.

4.4.4.2.2 Einfluss der Art und Weise des Umganges mit dem Tier durch das Personal

Die Auswirkung der Art des Umganges mit dem Tier auf die erfassten Parameter wurde durch einfache Mittelung bzw. Häufigkeitsvergleich ausgewertet. Einbezogen wurden ausschließlich Messabschnitte, in denen Interaktionen zwischen Tier und Personal zu beobachten waren und bei denen die Art und Weise des Umganges mit dem Tier eindeutig wertbar war. Zudem mussten die Wertungen Note 1 und 3 auftreten. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 48 und 49 dargestellt.

Es spricht für die Arbeitsweise des betreuenden Personals, dass nicht bei jeder klassifizierten Aktion zwischen Mensch und Tier negativer Umgang mit den Tieren beobachtet werden konnte. Deshalb war nicht für jede klassifizierte Aktion ein Vergleich möglich. Negativer Umgang mit den Tieren konnte in größerem Umfang lediglich bei den Treibevorgängen beobachtet werden: In Betrieb 1 bei 18 von 60 und in Betrieb 2 bei 25 von 58 Melkungen. In beiden Betrieben war der Ein- und Austrieb aus dem Melkstand der Hauptanlass zu negativem Umgang mit dem Tier. Der höhere Anteil an Melkungen mit negativem Umgang bei Betrieb 2 resultiert aus den baulichen Mängeln des Melkstandzu- und abtriebes und den damit verbundenen Schwierigkeiten beim Treiben.

In beiden Betrieben bewirkt ein negativer Umgang mit dem Tier eine deutliche Verhaltensänderung (Tabellen 48 und 49). Es treten verstärkt ängstliches (3), demütiges (4), aber z.T. auch panisches (6) und aggressives (7) Verhalten auf. Erstarrtes Verhalten konnte bei den hier dargestellten Aktionen nicht beobachtet werden.

In Betrieb 1 weisen das Elektromyogramm, das Hautpotential und der Hautwiderstand eine eindeutige Tendenz zu höheren (=schlechteren) Regelgüteniveauwerten auf, wenn sich der Umgang mit den Tieren durch das Personal verschlechtert. Die Mittelwertdifferenzen können fast alle statistisch abgesichert werden (Standardfehler). Die Herzfrequenz zeigt bei den meisten Interaktionen zwischen Mensch und Tier eine Tendenz zu niedrigeren Mittelwerten bei negativem Umgang mit dem Tier, wobei hier die Differenzen nicht immer statistisch zu sichern sind.

In Betrieb 2 weist, trotz signifikanter Mittelwertdifferenzen, keiner der elektrodermalen Parameter eine eindeutige Tendenz auf. Bei der Herzfrequenz geht mit der Verschlechterung des Umganges des Personals mit den Tieren einheitlich ein Ansteigen der Werte einher, welches sich z.T. auch statistisch sichern lässt.

Tabelle 48: Ausprägung der erfassten Parameter in Abhängigkeit von der Art des Umganges mit dem Tier durch das Personal in Betrieb 1

Aktion	Wer- tung	n*	Anteil der Verhaltensklassen an der Messzeit mit Interaktionen Tier-Mensch in %							EMG- Regelgüte- niveau		HP- Regelgüte- niveau		HW- Regelgüte- niveau		HF Schläge pro Minute	
			Verhaltensklasse**														
			1	2	3	4	5	6	7	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$
treiben	1	17	0	68	6	27	0	0	0	3,48	0,03	2,85	0,04	4,33	0,03	68,02	1,30
	3	18	0	35	13	37	0	16	0	3,53	0,03	3,45	0,04	4,60	0,03	66,24	1,22
Kontakt mit Manipulation	1	58	2	50	10	36	0	0	3	3,38	0,01	3,21	0,02	3,94	0,02	62,76	1,03
	3	12	0	23	5	47	0	0	25	3,44	0,03	3,46	0,03	4,78	0,03	55,70	1,98

Tabelle 49: Ausprägung der erfassten Parameter in Abhängigkeit von der Art des Umganges mit dem Tier durch das Personal in Betrieb 2

Aktion	Wer- tung	n*	Anteil der Verhaltensklassen an der Messzeit mit Interaktionen Tier-Mensch in %							EMG- Regelgüte- niveau		HP- Regelgüte- niveau		HW- Regelgüte- niveau		HF Schläge pro Minute	
			Verhaltensklasse**														
			1	2	3	4	5	6	7	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$
treiben	1	32	0	54	11	33	0	3	0	3,64	0,02	3,22	0,02	3,29	0,03	63,06	1,23
	3	25	0	28	33	40	0	0	0	3,51	0,03	3,11	0,04	3,49	0,05	65,54	1,21
Kontakt mit Mani- pulation	1	57	0	31	1	60	0	0	8	3,16	0,02	3,30	0,03	3,30	0,04	63,29	1,65
	3	8	0	1	48	51	0	0	0	3,18	0,06	3,52	0,07	3,22	0,16	72,50	0,91
Kontakt ohne Manipulation	1	33	0	73	4	23	0	0	1	3,51	0,02	3,45	0,03	4,50	0,03	71,93	0,92
	3	3	0	30	0	70	0	0	0	2,78	0,06	3,71	0,04	4,27	0,08	77,50	0,82
Andere treiben	1	2	0	72	28	0	0	0	0	3,76	0,07	2,97	0,11	2,82	0,10	58,77	7,42
	3	3	0	28	34	38	0	0	0	3,81	0,09	3,22	0,04	3,70	0,14	72,50	1,50

* n = in die Mittelung eingegangene Anzahl der Melkungen, bei denen Interaktionen mit der entsprechenden Wertung beobachtet wurden

** Die Einteilung der Verhaltensklassen entspricht der in Abschnitt 4.3.2 dargestellten Klassifizierung.

Um zu klären, ob bei Melkungen, bei denen eine MES auftrat, häufiger negativer Umgang mit den Tieren zu beobachten war, wurden die negativen Interaktionen vom Beginn der Messung bis zum Ende des Melkvorganges für jede Melkung gesondert ausgezählt (Tabelle 50).

Tabelle 50: Beziehung zwischen negativem Umgang des Personals mit den Tieren vor und während des Melkens und Auftreten von MES bei der Melkung

Betrieb	Anzahl Melkungen	MES Melkung	Anteil der Melkungen in %, bei denen negativer Umgang mit den Tieren zu beobachten war	
			vor und während des Melkens	während des Melkens
1	50	negativ	30	20
	5	positiv	40	0
2	40	negativ	67,5	2,5
	5	positiv	40*	20*

*Dieser Wert beinhaltet die als negative Interaktion eingestufte Oxytocininjektion bei Vorliegen einer MES.

Es ist kein eindeutiger Zusammenhang zwischen einem negativen Umgang mit den Tieren unmittelbar vor und während der Melkung und dem Auftreten von MES zu erkennen. Der relativ hohe Anteil an Melkungen mit negativen Interaktionen während des Melkprozesses bei den Melkungen mit MES in Betrieb 2 erklärt sich aus der Tatsache, dass die Gabe der Oxytocininjektion vom Autor als negative Interaktion gewertet wurde.

4.4.4.2.3 Einfluss der Art und Weise der Interaktionen mit Stallgefährten

Die Auswirkung der Art der Interaktionen mit Stallgefährten auf die erfassten Parameter wurde durch einfache Mittelung bzw. Häufigkeitsvergleich ausgewertet. Einbezogen wurden ausschließlich Messabschnitte, in denen Interaktionen zwischen Tieren zu beobachten waren und Interaktionen, für die mindestens zwei verschiedene Wertungen vorlagen. Positive Interaktionen konnten nur in sehr geringem Umfang beobachtet werden und waren daher nicht wertbar. Negative Interaktionen mit Stallgefährten traten vor allem während des Aufenthalts in den Frischmelkerabteilen und im Vorwartehof auf.

Eine ausreichende Anzahl Tiere bei mehreren Wertungsklassen lag nur für die Interaktion „wird durch anderes Tier attackiert“ vor. Es kommt im Mittel bei den elektrodermalen Parametern und der Herzfrequenz bei negativen Interaktionen zwischen den Tieren zu einer signifikanten Erhöhung (=Verslechterung) der Messwerte (Tabellen 51 und 52). Allerdings kann keine einheitliche Tendenz zu mehr negativen Interaktionen vor und während des Melkens bei Melkungen mit MES beobachtet werden (Tabelle 53). Es besteht somit kein nachweisbarer Zusammenhang zwischen dem Auftreten von negativen Interaktionen mit Stallgefährten und der Ausbildung einer MES.

Tabelle 51: Ausprägung der erfassten Parameter in Abhängigkeit von der Art der Interaktionen mit Stallgefährten in Betrieb 1

Aktion	Wer- tung	n*	Anteil der Verhaltensklassen an der Messzeit mit							EMG- Regelgüte- niveau		HP- Regelgüte- niveau		HW- Regelgüte- niveau		HF Schläge pro Minute	
			Interaktionen Tier-Tier in % Verhaltensklasse**														
			1	2	3	4	5	6	7	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$
anderes Tier attackiert	2	16	17	65	2	15	0	0	1	3,20	0,04	3,21	0,04	4,27	0,05	58,9	0,73
	3	24	0	43	8	47	0	0	2	3,53	0,02	3,49	0,02	4,61	0,02	68,0	1,10
Gerangel mehrerer Tiere	2	12	0	49	2	48	0	0	0	3,48	0,03	3,13	0,03	3,56	0,03	-	-
	3	1	0	0	80	20	0	0	0	3,19	0,09	3,48	0,08	4,56	0,08	-	-

* n = in die Mittelung eingegangene Anzahl der Melkungen, bei denen Interaktionen mit der entsprechenden Wertung beobachtet wurden

** Die Einteilung der Verhaltensklassen entspricht der in Abschnitt 3.3.2 dargestellten Klassifizierung.

Tabelle 52: Ausprägung der erfassten Parameter in Abhängigkeit von der Art der Interaktionen mit Stallgefährten in Betrieb 2

Aktion	Wer- tung	n*	Anteil der Verhaltensklassen an der Messzeit mit							EMG- Regelgüte- niveau		HP- Regelgüte- niveau		HW- Regelgüte- niveau		HF Schläge pro Minute	
			Interaktionen Tier-Tier in %														
			Verhaltensklasse**							\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm_s \bar{x}$
1	2	3	4	5	6	7											
anderes Tier attackiert	2	35	2	24	5	54	0	0	14	3,28	0,03	3,09	0,03	3,71	0,04	56,9	1,85
	3	42	2	22	26	39	0	1	10	3,34	0,02	3,20	0,03	3,79	0,03	63,1	1,23
Gerangel mehrerer Tiere	2	26	0	48	0	49	0	0	2	3,32	0,02	3,26	0,02	3,11	0,03	-	-
	3	3	0	58	0	39	0	0	3	3,65	0,15	4,03	0,12	4,60	0,15	-	-

* n = in die Mittelung eingegangene Anzahl der Melkungen, bei denen Interaktionen mit der entsprechenden Wertung beobachtet wurden

** Die Einteilung der Verhaltensklassen entspricht der in Abschnitt 4.3.2 dargestellten Klassifizierung.

Tabelle 53: Beziehung zwischen negativen Interaktionen mit Stallgefährten vor und während des Melkens und dem Auftreten von MES bei der Melkung

Betrieb	Anzahl Melkungen	MES Melkung	Anteil der Melkungen in %, bei denen negativer Umgang mit den Tieren zu beobachten war	
			vor und während des Melkens	während des Melkens
1	50	negativ	32	2
	5	positiv	40	0
2	40	negativ	75	5
	5	positiv	60	0

4.4.4.2.4 Einfluss der Vorbereitungsdauer

Unter Vorbereitungsdauer wird die Zeitspanne vom Beginn der Eutervorbereitung bis zum Ende des erfolgreichen Ansetzens des Melkzeuges verstanden. Das Merkmal „Vorbereitungsdauer“ ist nicht normalverteilt (Abbildung 37). Mittelwertvergleiche werden deshalb mittels MANN-WHITNEY-U-Test vorgenommen.

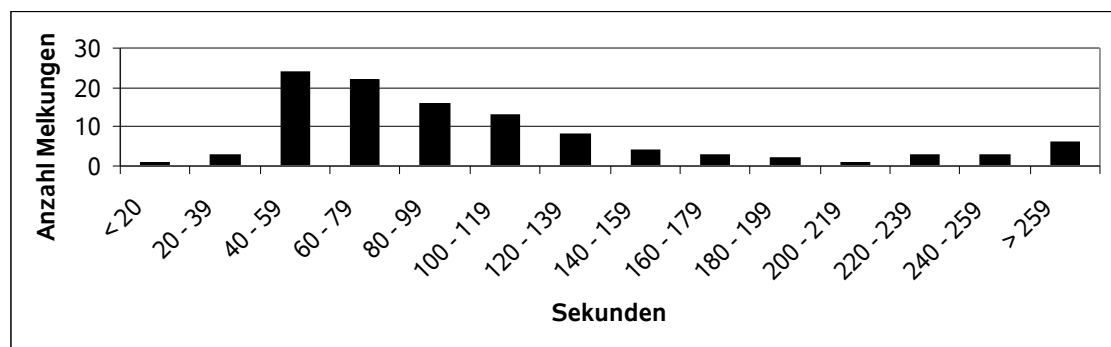


Abbildung 37: Histogramm des Merkmals Vorbereitungsdauer (Betriebe 1 und 2)

Es konnte bereits während der Durchführung der Messungen festgestellt werden, dass bei der Eutervorbereitung der frischmelkenden Tiere zeitlich z.T. stark von der normalen Melkroutine abgewichen wird. Im Extremfall betrug die Vorbereitungsdauer mehr als 10 Minuten.

Meist hatte das arbeitsorganisatorische Gründe:

- mehrere unruhige Tiere gleichzeitig im Melkstand, wodurch die Arbeit an einem Tier unterbrochen werden muss und Wartezeiten entstehen
- schlagende Tiere, dadurch verlängerte Vorbereitungszeit
- stark ödematisierte Zitzen, die z.T. vorher massiert wurden

In Betrieb 2 wurden jedoch auch häufig die Tiere der einen Melkstandseite vorbereitet, während die Kannenmelkzeuge, die zum Abmelken der Kolostralmilch genutzt werden, noch an der anderen Melkstandseite im Einsatz waren, wodurch ebenfalls längere Wartezeiten entstanden. Deshalb liegt die durchschnittliche Vorbereitungszeit in Betrieb 2 mit 127 Sekunden auch leicht über der von Betrieb 1 (114 Sekunden). Der Unterschied ist jedoch nicht signifikant.

Es ist beim Vergleich der Melkungen mit und ohne MES kein signifikanter Unterschied in der Vorbereitungszeit feststellbar (Tabelle 54).

Tabelle 54: Datengrundlage und Mittelwertvergleich für die „Vorbereitungsdauer“ in Abhängigkeit des Auftretens von MES während der Melkung

Betrieb	MESMelkung	Anzahl (Melkungen)	Mittelwert (Sekunden)	Minimum (Sekunden)	Maximum (Sekunden)
1	negativ	50	118	19	650
	positiv	6	88	48	164
	nicht def. *	1	40		
	gesamt	56	114		
2	negativ	35	106	40	524
	positiv	5	75	53	135
	nicht def. *	12	210	52	643
	gesamt	37	127		

* nicht def. = MESMelkung-Klasse nicht eindeutig zuordenbar

keine signifikant unterschiedlichen Mittelwerte (MANN-WHITNEY-U-Test, $p \leq 0,05$)

Der scheinbare Trend zu im Mittel kürzeren Vorbereitungszeiten bei Melkungen mit MES bestätigt sich nicht, wenn man die Melkungen nach der Länge der Vorbereitungszeit in Klassen zusammenfasst und hinsichtlich MES auswertet (Abbildung 38). Es kann kein Zusammenhang zwischen der Vorbereitungszeit und dem Auftreten von MES gefunden werden.

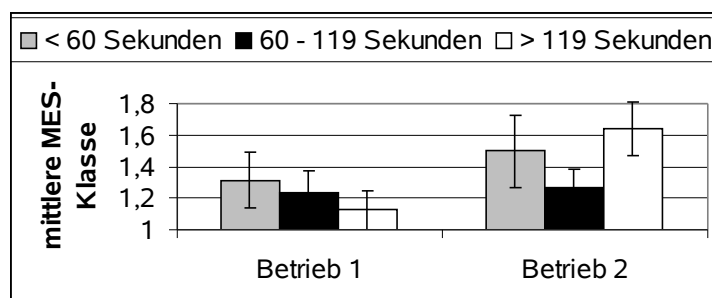


Abbildung 38: Beziehung zwischen der Vorbereitungsdauer und dem Auftreten von MES während der Melkung (mit Standardfehler)

4.4.4.3 Unterschiede in Verhalten und physiologischer Reaktion während des Einmelkens

4.4.4.3.1 Häufigkeit des Auftretens von Parameterklassen

Es soll untersucht werden, ob sich Tiere mit und ohne MES während des Einmelkens in ihren physiologischen Parametern und ihrem Verhalten voneinander unterscheiden. Dazu wurden für die gemessenen Parameter und für das Verhalten die prozentualen Anteile der Parameterklassen an der Messzeit für die Messabschnitte „Melken“ (= Zeit zwischen dem Beginn der Eutervorbereitung bis zur beendeten Melkzeugabnahme) und „FM-Box prä“ (= Messzeit in der Frischmelkerbox vor dem Melken ab dem Ende des Gürtens bis zum Beginn des Austriebes) ermittelt und zwischen den Tieren mit / ohne bzw. den Melkungen mit / ohne MES verglichen.

Es konnten bei allen Parametern in beiden Messabschnitten mittels Chi²-Test weder für die Tiere mit / ohne MES, noch für die Melkzeiten mit / ohne MES ein signifikanter Unterschied in den Häufigkeitsverteilungen festgestellt werden. Tiere mit MES weisen im Mittel weder generell noch während der Melkzeit, zu der die MES auftritt, signifikant veränderte Häufigkeiten der Parameter auf. Zwei Beispiele sind in Abbildung 39 und 40 dargestellt.

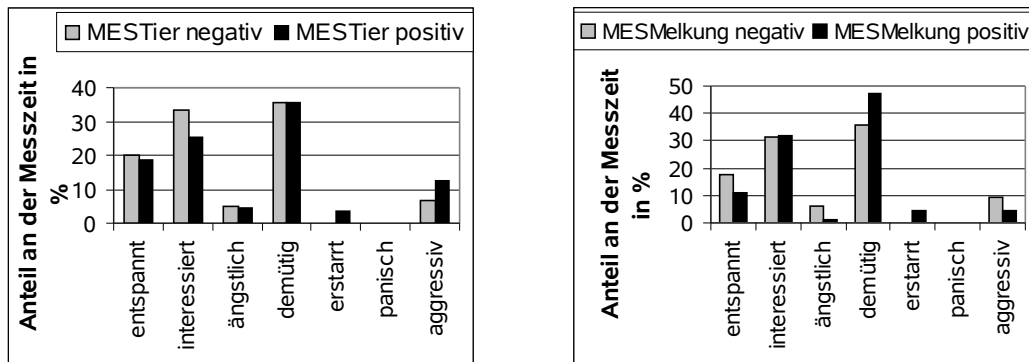


Abbildung 39: Häufigkeitsverteilung der Verhaltensklassen im Messabschnitt „Melken“ in Betrieb 2

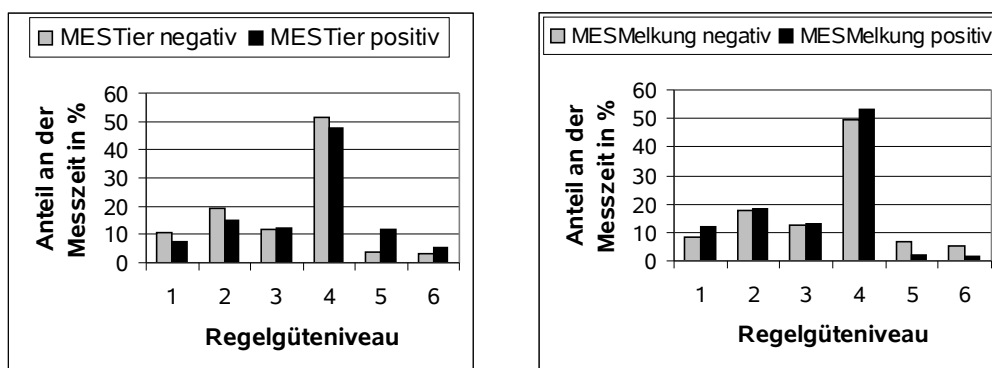
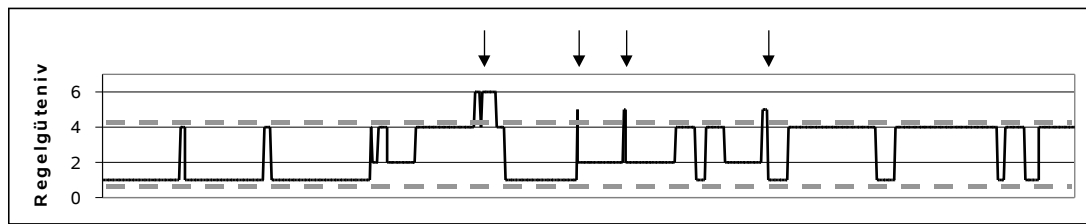


Abbildung 40: Häufigkeitsverteilung der Regelgüteniveaus des Hautpotentials im Messabschnitt „Melken“ in Betrieb 2

4.4.4.3.2 Individuelle Unterschiede des Regelspektrums der gemessenen Parameter

Es wurde anhand des Verlaufes der Messwerte über die Messzeit für jedes Tier und jede Melkung der „normale Regelbereich“ der Messparameter erfasst.

Unter „normalem Regelbereich“ ist hier das bevorzugte Regelspektrum während der Messung, also unter Belastung, zu verstehen (Beispiele siehe Abbildungen 41 und 42). Hierfür lag der Verdacht zugrunde, dass sich individuelle Unterschiede in der Bewältigung der Situation, die ein unterschiedliches MES-Risiko bedingen, sich bereits in unterschiedlichen Regelbereichen manifestieren.



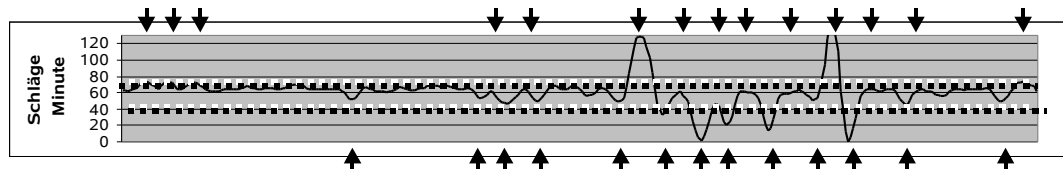
Die Regulation vollzieht sich hauptsächlich zwischen den Niveaus 1 und 4

⇒ entspricht dem „normalen Regelbereich“ (Fläche zwischen den gestrichelten Linien).

Über das Niveau 4 hinausgehende Regelspitzen (Pfeile) werden ausgezählt und dem Messabschnitt und Ereignis zugeordnet

⇒ entspricht der Anzahl Regelspitzen /Messabschnitt und Zeit.

Abbildung 41: Beispiel für das Auszählen von elektrodermalen Parametern



Die Regulation vollzieht sich hauptsächlich zwischen 50 und 70 Schlägen / Minute

⇒ entspricht dem „normalen Regelbereich“ (Fläche zwischen den gestrichelten Linien).

Alle Piks nach oben und unten werden getrennt ausgezählt und dem Messabschnitt und Ereignis zugeordnet (unabhängig davon, ob sie die Grenzen des „normalen Regelbereiches“ überschreiten)

⇒ entspricht der Anzahl Regelspitzen /Messabschnitt und Zeit der Parameter „Herzfrequenz - hoch“ und „Herzfrequenz - niedrig“

Abbildung 42: Beispiel für das Auszählen von Herzfrequenzmessungen

Die Tiere unterschieden sich hinsichtlich ihres „normalen Regelbereiches“ voneinander (Tabelle 55).

Tabelle 55: Datengrundlage des Parameters „normaler Regelbereich“

Regelbereich (Regelgüte- niveau)	Anzahl Melkungen			Regelbereich (Schläge/ Minute)	Anzahl Melkungen Herzfrequenz
	Elektro- myogramm	Haut- potential	Haut- widerstand		
1 – 4	24	49	13	45-65	1
2 – 4	72	46	23	50-70	9
2 - 5	1		11	55-75	23
				60-75	3
				60-80	7
				75-85	1

Bei den elektrodermalen Parametern konnte eine hohe Konstanz des Regelbereiches zwischen den Melkungen eines Tieres beobachtet werden. Der Anteil an Tieren, die während aller Melkungen den gleichen Regelbereich aufwiesen, betrug beim Elektromyogramm 60,7% (n = 28), beim Hautpotential 82,1% (n = 28) und beim Hautwiderstand 66,7 % (n = 18). Das spricht dafür, dass der „normale Regelbereich“ als eine individuelle Eigenschaft des Tieres angesehen werden kann. Bei der Herzfrequenz war die Konstanz über die Melkungen geringer (45,5% der Tiere), was vor allem damit zu begründen ist, dass hier mit den Originalmesswerten gearbeitet wird, deren tierspezifische Normalwerte starken tageszeitlich und tagesformbedingten Schwankungen unterliegen. Bei den EDA-Parametern erfolgt durch die Umwandlung der Originalmesswerte in Regelgüteniveaus bereits eine Standardisierung, nach der z.B. die absolute Höhe der Messwerte keine Rolle mehr spielt.

Der Vergleich zwischen Betrieben und MES-Klassen erfolgte auf zwei Wegen:

1. Anhand der Mittelung der tierspezifischen Ober- und Untergrenzen des „normalen Regelbereiches“ (Signifikanzprüfung mit Standardfehler)

Diese Methode ergab einzelne Signifikanzen (Tabelle 56), wobei hier die Aussagekraft des Standardfehlers kritisch zu bewerten ist, da es sich bei den Ober- und Untergrenzen nur beim Parameter Herzfrequenz um stetig verteilte Größen handelt.

Tabelle 56: Mittelwerte der Ober- und Untergrenze des Parameters „normaler Reaktionsbereich“ in Abhängigkeit des Auftretens von MES beim Tier und bei der Melkung

Merkmal des Reaktionsbereiches	Betrieb	MES Tier	Mittelwert			
			EMG	HP	HW	HF
Obergrenze	1	negativ	4,0	4,0	4,5	74
		positiv	4,1	4,0	4,6	74
	2	negativ	4,0	4,0	4,4	75
		positiv	4,0	4,0	4,2	76
Untergrenze	1	negativ	1,8 ^a	1,6 ^a	2,8	54
		positiv	1,5 ^b	1,2 ^b	2,7	54
	2	negativ	1,7	1,3	2,5 ^a	56
		positiv	1,7	1,6	1,8 ^b	57
Merkmal des Reaktionsbereiches	Betrieb	MES Melkung	Mittelwert			
			EMG	HP	HW	HF
Obergrenze	1	negativ	4,0	4,0	4,5	74
		positiv	4,0	4,0	4,4	73
	2	negativ	4,0	4,0	4,4 ^a	75
		positiv	4,0	4,0	4,0 ^b	77
Untergrenze	1	negativ	1,8	1,6 ^a	2,9	54
		positiv	1,0	1,2 ^b	2,4	53
	2	negativ	1,7	1,4	2,5 ^a	56
		positiv	1,8	1,3	1,5 ^b	60

a, b unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte (Standardfehler)

Demnach hatten in Betrieb 1 die Tiere mit MES bei den Parametern Elektromyogramm und Hautpotential einen weiteren Regelbereich durch signifikant niedrigere Untergrenzen, als Tiere ohne MES. Bei der Betrachtung nach Auftreten von MES zur konkreten Melkung wird diese Tendenz bestätigt, kann aber nur beim Parameter Hautpotential statistisch abgesichert werden.

In Betrieb 2 kann für den Parameter Hautwiderstand eine Verschiebung des Regelbereiches hin zu besseren Regelgütewerten bei Tieren mit MES nachgewiesen werden. Noch deutlicher ist das bei der Auswertung nach Melkung mit / ohne MES zu erkennen. Demnach verkraften die Tiere mit MES das Einmelken emotional besser als die Tiere ohne MES.

Eine Interpretation dieser Ergebnisse fällt schwer, da eigentlich das Gegenteil, nämlich ein eingeschränkter und / oder schlechterer Regelbereich bei den Tieren bzw. Melkungen mit MES, zu erwarten gewesen wäre. Auch ist die Tendenz nicht einheitlich. Vor allem bei den Vergleichen, bei denen keine Signifikanzen nachgewiesen wurden, treten auch gegenteilige Ergebnissen auf.

2. Anhand der Häufigkeiten des Auftretens der verschiedenen Regelbereiche innerhalb der Betriebe und der MESTier- und MESMelkung-Klassen (Signifikanzprüfung mit Chi²-Test, $p \leq 0,05$)

Es ließen sich keinerlei Unterschiede in den Häufigkeitsverteilungen der verschiedenen Regelbereiche bei den MESTier- bzw. MESMelkung-Klassen absichern. Man muss also davon ausgehen, dass beim Merkmal „normaler“ Regelbereich kein grundsätzlicher Unterschied zwischen Tieren bzw. Melkungen mit und ohne MES besteht.

4.4.4.3.3 Überreaktionen während der Messung

Um zu klären, ob MES-positive Tiere stärker dazu neigen, auf Reize unangemessen zu reagieren, wurden Regelspitzen ausgezählt (Beispiel für das Auszählen siehe Abbildungen 41 und 42). Unter Regelspitzen sind im Falle der elektrodermalen Parameter Abweichungen vom „normalen Regelbereich“ nach oben zu verstehen. Regelspitzen stellen hier Überreaktionen dar und sind ein Anzeichen für Überforderung des Tieres durch die Situation. Bei der Herzfrequenz sind Regelspitzen alle deutlichen Anstiege und Abfälle der Messkurve, auch wenn sie innerhalb des „normalen Regelbereiches“ liegen. Diese Regelspitzen sind ein Zeichen für Beanspruchung, aber nicht so eindeutig im Sinne einer Überforderung wertbar, wie die Regelspitzen der elektrodermalen Parameter. Die ausgezählten Regelspitzen werden dem jeweiligen Messabschnitt (siehe Tabelle 57) zugeordnet und einheitlich als Anzahl Regelspitzen / Stunde angegeben. Anschließend wurde für jeden Parameter gesondert für jeden

Messabschnitt eine univariate Varianzanalyse (SPSS, gesättigtes Modell ohne Wechselwirkung, Quadratsumme Typ III) mit folgenden Faktoren berechnet:

$$RS / h_{ijkl} = \text{Betrieb}_i + \text{NrM}_j + \text{MESMelkung}_k + \text{Dau}_l + \text{Rest}_{ijkl}$$

wobei:

RS/h	= Anzahl Regelspitzen / Stunde und Messabschnitt
Betrieb _i	= Einfluss des i-ten Betriebes (fixer Effekt)
NrM _j	= Einfluss der j-ten Melkung (fixer Effekt)
MESMelkung _k	= Einfluss der k-ten MESMelkung-Klasse (variabler Effekt)
Dau _l	= Messdauer im Messabschnitt in Sekunden (Kovariabel)
Rest _{ijkl}	= Resteffekt

Anhand der randomisierten Mittelwerte wurden Messabschnitte und Melkungen mit bzw. ohne MES verglichen. Wenn möglich, erfolgte die Zuordnung der Regelspitzen zu einem konkreten Ereignis im Umfeld des Tieres.

Tabelle 57: Messabschnitte für das Auszählen von Regelspitzen während des Einmelkens

Messabschnitt	Betrieb 1	Betrieb 2
FM-Box	Aufenthaltsdauer im Frischmelkerabteil vor und nach dem Melken	
Treibegang	Aufenthaltsdauer auf den Treibegängen vor und nach dem Melken incl. Austrieb aus dem Frischmelkerabteil, Eintrieb in und Austrieb aus dem Melkstand	Aufenthaltsdauer auf den Treibegängen vor und nach dem Melken incl. Austrieb aus dem Frischmelkerabteil und Austrieb aus dem Melkstand
VWH	–	Aufenthaltsdauer im Vorwartehof incl. Eintrieb in den Melkstand
Melkstand	Aufenthaltsdauer im Melkstand	

Die Ergebnisse sind in Abbildung 43 und 44 dargestellt.

Zunächst einmal konnten keine gravierenden Unterschiede in der Beanspruchung der Tiere innerhalb eines Messabschnittes zwischen den Betrieben gefunden werden. Lediglich im Melkstand ist die Beanspruchung beim Hautwiderstand bei Betrieb 2 und bei den Herzfrequenzkennwerten bei Betrieb 1 in jeweils einer MESMelkung-Klasse signifikant höher als im Vergleichsbetrieb. Betrieb 1 weist bei allen Parametern die höchste Regelspitzendichte im Messabschnitt Treibegang auf. Der Treibevorgang beansprucht die Tiere stark, was vor allem daran liegt, dass die Tiere in die im Melkstand befindlichen Fressgitter hinein und wieder hinausgetrieben werden. Der Aufenthalt im Melkstand stellt im Gegensatz dazu eine dem Aufenthalt im Frischmelkerabteil vergleichbare Beanspruchung dar. Lediglich bei den

Herzfrequenzkennwerten ist die Beanspruchung im Melkstand signifikant höher als im Frischmelkerabteil.

Beim Vergleich der Melkungen mit bzw. ohne MES ist in Betrieb 1 bei den elektrodermalen Parametern die Tendenz sehr eindeutig. Zu den Melkzeiten, bei denen MES auftrat, liegt die Regelspitzendichte der betroffenen Tiere in fast jedem Messabschnitt über dem Durchschnittswert der Melkzeiten, bei denen keine MES auftrat. Auch wenn die Differenzen statistisch nicht abzusichern sind, kann man also davon ausgehen, dass zu den Melkzeiten, bei denen eine MES auftrat, eine generelle Überforderung der Tiere vorlag, und zwar unabhängig vom Aufenthaltsbereich der Tiere. Es handelt sich hierbei bis auf einen Fall um die erste oder zweite Melkung, bei der die Tiere eine MES zeigen. Die Neuheit der Situation in Verbindung mit zusätzlichen Rangeleien zwischen Kühen und Färsen, die durch die Neugruppierung im Frischmelkerabteil und durch die ungewohnten Treibevorgänge in Gang und Melkstand entstehen, kann hier als Hauptursache vermutet werden.

Bei der Herzfrequenz ist die Tendenz in den verschiedenen Messabschnitten uneinheitlich, allerdings weisen die Tiere zu den Melkungen mit MES im Melkstand eine höhere Regelspitzendichte sowohl bei den hohen als auch bei den niedrigen Piks auf.

In Betrieb 2 reagieren die Parameter uneinheitlicher als in Betrieb 1. Das Elektromyogramm zeigt bei den Melkungen ohne MES im Vorwarte Hof eine signifikant erhöhte Regelspitzendichte. Der glatte Spaltenboden in Verbindung mit den Treibevorgängen und Rangeleien zwischen Tieren könnte hier die Ursache sein. Im Vergleich dazu: die Regelspitzendichte im Treibegang ist sehr niedrig. Hier erfolgt auch ein Treiben der Tiere, allerdings ist dort die Rutschgefahr sehr viel geringer und Rangeleien sind durch die Zwangsführung fast ausgeschlossen.

Im Gegensatz dazu weist das Hautpotential im Vorwarte Hof die niedrigste Regelspitzendichte auf. Offensichtlich erfolgt hier die Kompensation der Belastung vorrangig motorisch, also in Form von Verhalten (Ausweichen, sich wehren), da genügend Freiraum vorhanden ist. Motorisches Ausagieren führt häufig zu einer Entlastung der physiologischen Regelung (BALZER 1996). Der Treibegang erfüllt diesen Zweck offensichtlich nicht. Hier ist kein Freiraum und somit keine Wahlmöglichkeit für angepasstes Verhalten vorhanden. Ein ähnliches Bild liefern auch die übrigen Parameter. Die Unterschiede zwischen den Messabschnitten sind allerdings nicht in jedem Fall statistisch sicher.

Auch in Betrieb 2 scheint der Grad der Beanspruchung beim Aufenthalt im Melkstand dem des Aufenthaltes im Frischmelkerabteil zu entsprechen.

Beim Vergleich der Melkungen mit und ohne MES weist Betrieb 2 nur beim Parameter Herzfrequenz - niedrig eine einheitliche Tendenz zwischen den Messabschnitten auf. Allerdings zeigen die Tiere im Melkstand während einer Melkung mit MES bei allen Parametern außer bei „Herzfrequenz – hoch“ eine höhere Regelspitzendichte, als während einer Melkung ohne MES. Die Differenzen sind teilweise signifikant. Die Tiere sind also im Melkstand während einer

Melkung, bei der eine Milchblockade auftritt, stärker von der Situation überfordert, als bei Melkungen ohne MES. In anderen Aufenthaltsbereichen der Tiere gibt es keinen generellen Unterschied zwischen den Melkungen mit und ohne MES.

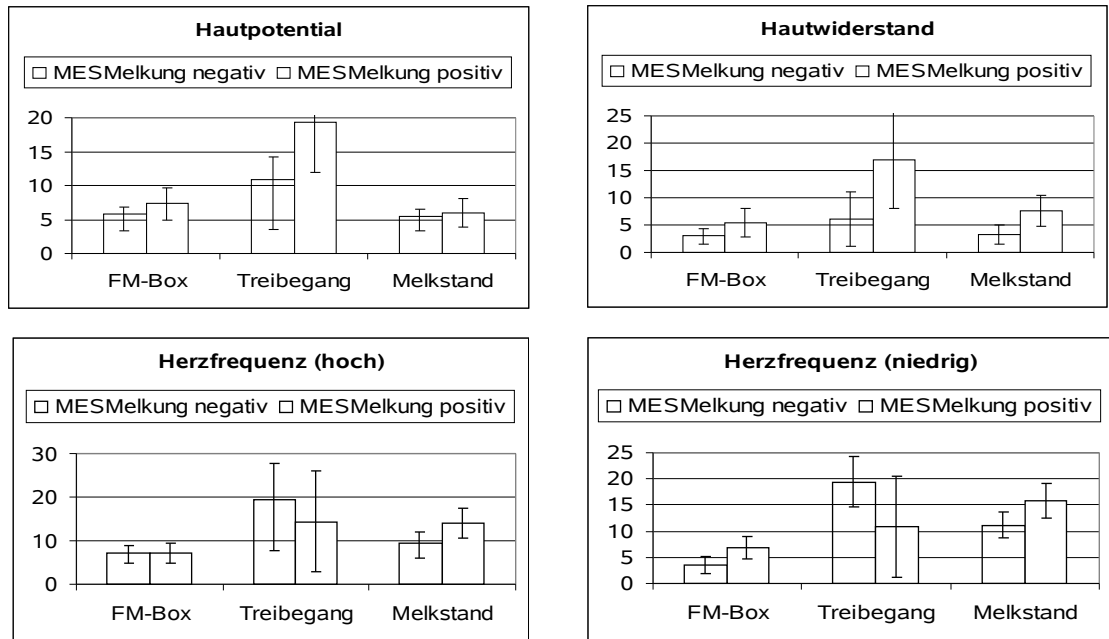


Abbildung 43: Randomisierte Mittelwerte der Regelspitzendichte in Betrieb 1 (mit Standardfehler)

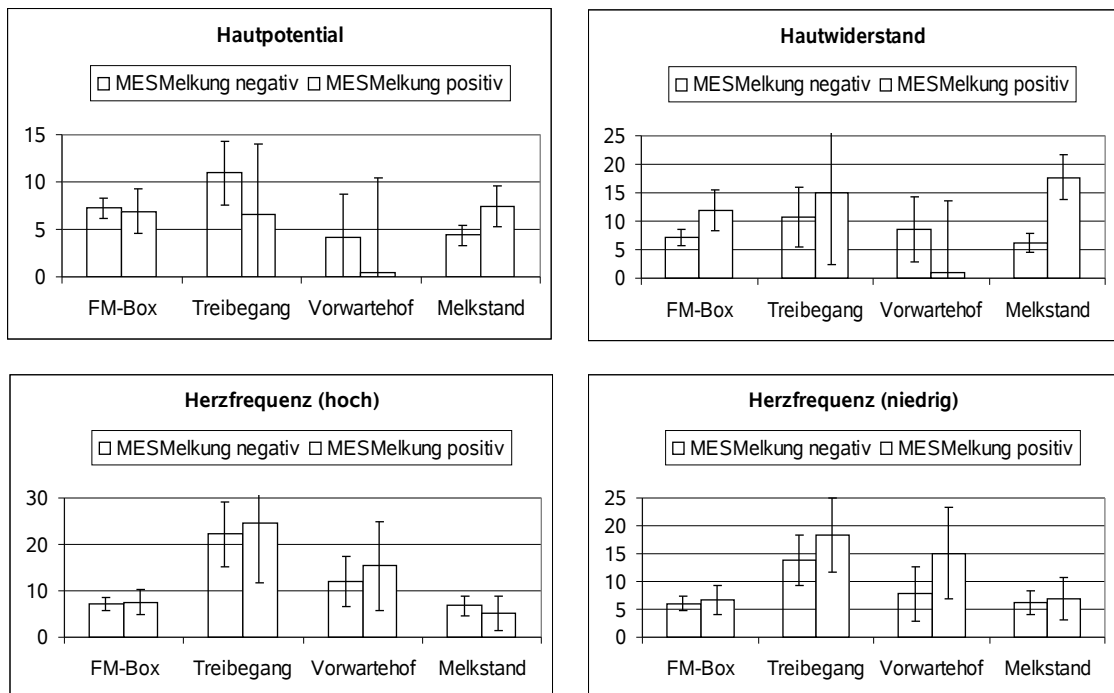


Abbildung 44: Randomisierte Mittelwerte der Regelspitzendichte in Betrieb 2 (mit Standardfehler)

Es konnte ein hoher Anteil der ausgezählten Regelspitzen einem konkreten Ereignis im Umfeld zugeordnet werden. Die Zuordnungsraten (Anteil zuordenbarer Regelspitzen prozentual zur Gesamtanzahl Regelspitzen) sind in Tabelle 58 dargestellt.

Tabelle 58: Zuordnungsraten von auftretenden Regelspitzen

		Betrieb	EMG	HP	HW	HF hoch	HF niedrig
Regelspitzen gesamt	Anzahl	1	350	342	210	245	219
		2	263	253	315	219	211
davon einem Ereignis zuordenbar	%	1	36,9	55,3	34,8	35,9	41,1
		2	38,4	52,2	44,1	48,4	39,3

Die Zuordnungsrate ist am höchsten beim Parameter Hautpotential (>50%). In Betrieb 2 war außer beim Parameter „Herzfrequenz niedrig“ (HF niedrig) eine etwas höhere Zuordnungsrate als bei Betrieb 1 zu verzeichnen. Nicht zuordenbare Regelspitzen traten zu einem großen Teil im Frischmelkerabteil während des Fressvorganges auf.

Als Ursache von Überbeanspruchung (Tabelle 59) treten in beiden Betrieben das Treiben des Tieres sowie die Manipulationen, die infolge des Melkens und nötiger Mastitisbehandlungen durchgeführt werden, in gleichem Umfang in Erscheinung. Hierbei handelt es sich um unvermeidbare Belastungen.

In Betrieb 1 sind die Anwesenheit des Melkers in unmittelbarer Nähe des Probanden, wie es beim Melken der Nachbartiere in einer Rohrmelkanlage unvermeidbar ist, ein zusätzlicher Belastungsfaktor, der je nach Parameter immerhin 8,0% bis 18,0% der gesamten zuordenbaren Regelspitzen ausmacht. Auch diese Belastung ist jedoch bei vorhandenem Melkstand kaum vermeidbar.

Als vermeidbarer Anteil der Belastung sind die durch Technik hervorgerufenen Regelspitzen einzuschätzen. Hierbei handelt es sich in der Hauptsache um Reaktionen auf laute Geräusche, die oft mit Schreckreaktionen beantwortet werden:

- Schieben der Melkzeuge in der Easyline (lautes Rattern), z.T. vor den Köpfen der Tiere
- laute Zischgeräusche, die durch Melkzeuge verursacht werden
- Kannengeklapper
- periodisches Einschalten der Milchpumpe.

Ein Teil der dem Melken zugeordneten Regelspitzen müssten korrekterweise ebenfalls in die Rubrik Technik eingeordnet werden. So treten häufig Regelspitzen beim Ansetzen des Melkzeuges auf, und zwar in dem Moment, in dem der Melker das Melkzeug anschaltet. Das Tier reagiert auf das Zischgeräusch. Die Reaktion ist meist schon bis zur ersten Euterberührung mit dem Melkzeug wieder abgeklungen.

Tabelle 59: Zuordnung von auftretenden Regelspitzen zu deren Ursache (Angaben in % der zuordenbaren Regelspitzen)

Ursache	Betrieb	EMG	HP	HW	HF hoch	HF niedrig
Technik (Easyline *, Pumpe oder andere laute Geräusche)	1 2	19,4 2,0	14,3 2,3	13,7 2,9	13,6 2,8	21,1 0,0
Anwesenheit des Kalbes	1 2	2,3 5,9	2,6 2,3	1,4 2,9	1,1 0,0	0,0 0,0
wird durch andere Tiere attackiert	1 2	5,4 26,7	7,9 31,8	6,8 24,5	6,8 22,6	2,2 27,7
attackiert selbst andere Tiere	1 2	2,3 5,9	2,1 5,3	9,6 1,4	1,1 13,2	0,0 4,8
Stallarbeiten im Kopfbereich (Gang abspritzen, Kraftfuttergabe)	1 2	1,6 6,9	4,2 2,3	4,1 4,3	2,3 0,9	3,3 6,0
Rufen, laute Unterhaltung	1 2	0,8 4,0	3,2 2,3	1,4 2,9	1,1 0,9	2,2 0,0
Gurt oder Halsband befestigen	1 2	5,4 4,0	4,8 4,5	5,5 6,5	6,8 3,8	6,7 4,8
Person in Sicht (kein Körperkontakt)	1 2	8,5 6,9	4,8 6,1	4,1 1,4	2,3 2,8	5,6 1,2
Person daneben (Arbeiten an Nachbartier, Körperkontakt)	1 2	14,7 2,0	18,0 1,5	13,7 2,2	8,0 3,8	15,6 3,6
Melkarbeiten und Mastitisbehandlungen am Tier treiben	1 2	16,3 15,8	14,8 14,4	13,7 27,3	26,1 16,0	23,3 25,3
Aktionen an anderen Tieren (treiben, behandeln, ...)	1 2	7,8 2,0	0,5 3,0	5,5 4,3	0,0 2,8	1,1 0,0

* Easyline = Rohrmelkanlage, bei der die Melkzeuge in an der Decke befestigten Schienen durch den Stall geschoben werden

In Betrieb 2 ist außer Treiben und Melken nur noch ein großer Ursachenkomplex für das Auftreten von Regelspitzen zu verzeichnen: Attacken durch andere Tiere. Diese machen den größten Anteil der zuordenbaren Regelspitzen aus (22,6 % bis 31,8%) und treten in allen Aufenthaltsbereichen auf. Die Eingliederung der Färsen in die Kuhgruppe unmittelbar nach der Abkalbung ohne präpartale Gewöhnungszeit und bei suboptimaler Boxengestaltung erweist sich hier wiederum als äußerst negativ. Im Vergleich dazu: In Betrieb 1 treten bei ebenfalls gemischter Frischmelkergruppe Attacken durch andere Tiere lediglich mit 2,2% bis 7,9 % der Regelspitzen in Erscheinung.

4.4.4.3.4 Fehlende Reaktion auf Umweltreize

Ähnlich wie das Auftreten von Überreaktionen kann auch das Fehlen einer adäquaten Reaktion auf Umweltreize Zeichen von starker Beanspruchung sein. Das Tier ist hierbei nicht mehr in der Lage, adäquat zu reagieren, weil es mit der Situation überfordert ist. Für den Parameter Verhalten ist dies unter dem Begriff „Verhaltenshemmung“ bekannt. Bei den elektrodermalen

Parametern äußert sich dieser Zustand in einem Verharren auf einem schlechten Regelgüteniveau über längere Zeit. Es wurde untersucht, ob Tiere mit MES während des Melkvorganges Auffälligkeiten im Kurvenverlauf aufwiesen, die auf solch ein fehlendes Reaktionsvermögen gegenüber Umweltreizen hindeuten. Dazu wurden die Verlaufskurven der elektrodermalen Parameter der Einzelmelkungen nach folgenden Kriterien bewertet bzw. ausgezählt:

- Regelung verläuft überwiegend auf einem einzigen Regelgüteniveau,
- Regelung „erstarrt“, das heißt, dass über längere Zeiträume keine Wechsel des Regelgüteniveaus erfolgen (Beispiel siehe Abbildung 45),
- Anzahl der Wechsel des Regelgüteniveaus, standardisiert auf den Zeitraum von einer Stunde.

Tier 45, Betrieb 2, erste Melkung, MESTier positiv, MESMelkung negativ

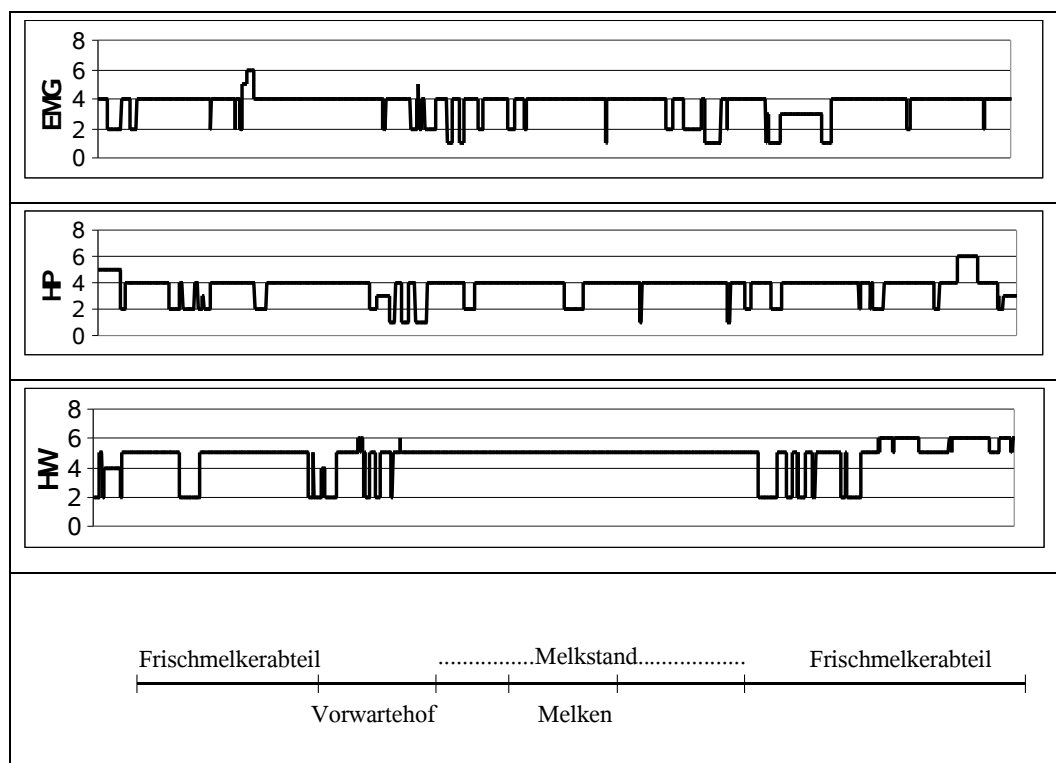


Abbildung 45: Beispiel für eine „erstarrte“ Regelung der physiologischen Parameter während des Melkprozesses

Es kann festgestellt werden, dass während der Melkungen, bei denen MES auftrat, die Tiere tendenziell dazu neigen, überwiegend ein einziges Regelgüteniveau zu nutzen, während bei erfolgreichen Melkungen häufiger das gesamte Regelspektrum gleichmäßig ausgenutzt wird (Tabelle 60). Allerdings konnte der Unterschied mittels Chi²-Test nicht statistisch gesichert werden.

Wurde während einer Melkung überwiegend nur ein Regelgüteniveau genutzt, so war das beim Elektromyogramm und beim Hautpotential meist das Niveau 4 (EMG 55 von 69 Melkungen, HP 46 von 59 Melkungen), beim Hautwiderstand das Niveau 5 (21 von 38 Melkungen). Wurde ein anderes Regelgüteniveau bevorzugt, so handelte es sich in 17 von 22 erfassten Fällen um Melkzeiten ohne MES.

Auch wenn sich die Unterschiede nicht statistisch absichern lassen, kann man somit vermuten, dass das Auftreten einer Milchejektionsstörung mit einem eingeschränkten Regelspektrum der elektrodermalen Parameter einhergeht. Das bedeutet, die Tiere sind zum Zeitpunkt der Milchejektionsstörung nur eingeschränkt in der Lage, adäquat auf Stressoren zu reagieren.

Tabelle 60: Beziehung zwischen dem Auftreten von MES zur Melkung und der überwiegenden Nutzung eines einzelnen Regelgüteniveaus durch die Tiere im Messabschnitt „Melken“

	MESMelkung	Anteil an Gesamtmelkungen in %, bei denen überwiegend ein Regelgüteniveau genutzt wird	
		Betrieb 1	Betrieb 2
Elektromyogramm	1	81,8	60,7
	3	100,0	66,7
Hautpotential	1	65,9	53,8
	3	66,7	66,7
Hautwiderstand	1	70,8	61,1
	3	80,0	100

Das wird unterstützt durch die Tatsache, dass Tiere mit MES zum „Erstarren“ der Regelung auf einem Regelgüteniveau neigen (Tabelle 61). Es zeigt sich auch hier eine eindeutige Tendenz zu schlechterer Regulationsfähigkeit (= höherer Mittelwert) bei Tieren mit MES. Allerdings lässt sich nur in einem Fall eine Signifikanz nachweisen.

Tabelle 61: Mittelwerte und Standardfehler des Merkmals „Erstarren“ der Regelung in Abhängigkeit zur MESTier-Klasse

Für die Berechnung des Merkmals „Erstarren“ wurde folgende Klasseneinteilung genutzt:
 1 = erstarrt nicht 2 = erstarrt zeitweise 3 = erstarrt die überwiegende Zeit

Betrieb	MESTier	EMG		HP		HW	
		\bar{x}	$\pm s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm s \bar{x}$	\bar{x}	$\pm s \bar{x}$
1	1	1,58	0,13	1,78	0,25	2,07	0,26
	3	1,72	0,30	1,94	0,37	2,4	0,4
2	1	1,29 ^a	0,12	1,53	0,19	1,67	0,33
	3	1,65 ^b	0,19	1,65	0,20	2,19	0,76

a, b unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte (Standardfehler)

Die Häufigkeit des Wechsels des Regelgüteniveaus während des Melkvorganges weist keine eindeutige Tendenz auf (Abbildung 46). Die Mittelwertdifferenzen sind meist nicht signifikant und lassen keine Aussage bezüglich MES zu.

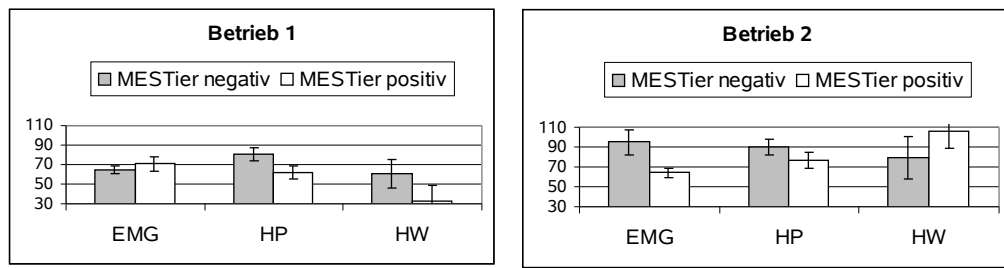


Abbildung 46: Mittelwert und Standardfehler der Anzahl der Regelgüteniveauwechsel pro Stunde während des Melkens

4.4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse des Untersuchungsblockes 4

Ziel dieses Untersuchungsteiles war es, herauszufinden, ob Tiere mit MES sich während des Einmelkens in ihrem Verhalten und ihrer psychophysiologischen Reaktion von Tieren ohne MES unterscheiden. Weiterhin sollte geklärt werden, ob eventuell unterschiedliche Umwelteinflüsse für die verschiedenen Reaktionen verantwortlich sind.

Es kann festgestellt werden, dass Umwelteinflüsse die Verhaltensreaktionen der Tiere und die Messparameter beeinflussen. Allerdings war kein Unterschied in der Häufigkeit des Auftretens bestimmter Umwelteinflüsse zwischen Tieren bzw. Melkungen mit und ohne MES nachweisbar. Auch in ihren Reaktionen beim Einmelken unterschieden sich Tiere mit MES nicht grundsätzlich von Tieren ohne MES. Lediglich eine leichte Neigung zu inadäquaten Reaktionen in Form von Überreaktionen bzw. eingeschränktem Reaktionsvermögen konnte festgestellt werden, lies sich aber nur in wenigen Fällen statistisch sichern.

4.5 Untersuchungsblock 5: Erbllichkeit von MES

4.5.1 Zielstellung der Untersuchung

Abschließend soll untersucht werden, ob die Ausbildung einer MES genetische Ursachen hat.

4.5.2 Material und Methode

Für die genetischen Berechnungen wurden die Daten des Untersuchungsblockes 1 (Abschnitt 4.1) genutzt. Es gingen nur die Tiere mit eindeutiger Definition des MES-Status (MES-Tier positiv / negativ) ein. Nicht eindeutig zuordenbare Tiere wurden nicht gewertet. Für die Schätzung der Heritabilität kam folgendes Modell zum Einsatz:

$$\text{MES Tier positiv/negativ} = \text{Betrieb}_i + \text{EKA}_j + \text{ESZP}_k + \text{KD}_l + \text{KV}_m + \text{MED}_n + \text{KbK}_o + \text{KRANK}_p + \text{WZ}_q + \text{Tier}_s + \text{Rest}_{ijklmnopqs}$$

wobei:

Betrieb i	= Effekt des Betriebes in i Klassen ($i = 1, \dots, 9$)
EKA j	= Effekt des Erstkalbealters in j Klassen
ESZP k	= Effekt des Einstellungszeitpunktes in den Abkalbbereich in l Klassen
KD l	= Effekt der Kalbedauer in l Klassen
KV m	= Effekt des Kalbeverlaufs in m Klassen
MED n	= Effekt der Gabe von oxytocinhaltigen Medikamenten zur Geburtserleichterung in n Klassen
KbK o	= Effekt der Verbleibedauer des Kalbes an der Kuh in o Klassen
KRANK p	= Effekt von Beschwerden im peripartalen Zeitraum in p Klassen
WZ q	= Effekt der Wartezeit von der Kalbung bis zum ersten Melken in q Klassen
Tier s	= Effekt des Tieres s

Die Klasseneinteilungen sind in Abschnitt 4.1.3 beschrieben.

Vorteil dieses Modells ist, dass hiermit betriebsunabhängige Aussagen und eine Schätzung der Heritabilität von MES möglich sind. Nachteilig ist, dass Fehler, die durch Varianzhomogenitäten von Untergruppen oder fehlende Normalverteilung entstehen, nicht ausgeschlossen werden können. Zudem ist die Datengrundlage für die Vielzahl an im Modell berücksichtigten Faktoren als gering einzuschätzen. Die Ergebnisse dieses Modells bezüglich der Heritabilität sind dementsprechend vorsichtig zu werten. Eine Interpretation der Einflussfaktoren erfolgt nicht.

Die Berechnung erfolgte mit dem Programm AS Reml 1.0. für eine binomiale Verteilung.

4.5.3 Ergebnis

Es konnten 1502 Tiere mit Abstammungsdaten in die Berechnungen einbezogen werden.

Es wurden folgende Varianzen geschätzt werden:

genetische Varianz:	0,009477
Restvarianz:	1,000000

Daraus errechnet sich die Heritabilität des MES-Status wie folgt

$$\begin{aligned} h^2 &= \frac{\text{genetische Varianz}}{\text{phänotypische Varianz}} = \frac{\text{genetische Varianz}}{\text{genetische Varianz} + \text{Restvarianz}} \\ &= \frac{0,009477}{0,009477 + 1,0} \\ &= \underline{\underline{0,009388}} \end{aligned}$$

Die errechnete Heritabilität für MES bewegt sich nahe Null. Man kann somit davon ausgehen, dass die Neigung zur Ausbildung einer Milchejektionsstörung während der ersten Melkungen nicht erblich ist.

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Methode

5.1.1 Datenerfassung mittels Protokoll

Allen bisher zu dieser Thematik durchgeführten Erhebungen (TRÖGER und DELLING 2002, THÜMLER 2003, GEIDEL et al. 2005) war gemeinsam, dass keine einheitliche Definition der Tiere hinsichtlich MES vorlag. Vielmehr entschied jeder Betrieb selbst, ob ein Tier bereits eine Milchejektionsstörung hat oder nicht. Dabei differierten die betriebseigenen Definitionen stark. Deshalb musste zunächst ein Weg gefunden werden, betriebsübergreifend einheitlich den MES-Status der untersuchten Tiere zu definieren. Die dafür entwickelte Methode der Protokollführung durch den Melker (Protokoll siehe Anhang C) erwies sich als zuverlässig und aussagekräftig. Es war möglich, anhand der Protokolle den MES-Status von Tieren einzuschätzen, ohne bei der Melkung anwesend zu sein. Die MES-Klassifizierung anhand der Protokolle stimmte überwiegend mit der Einschätzung der Tiere durch die Betriebe als auch mit der Beurteilung der Melkverläufe bei Anwesenheit des Experimentators überein, was sowohl für die Methode der Protokollführung als auch für die akurate Arbeitsweise der Melker spricht. Es gab jedoch betriebsspezifische Abweichungen zwischen der Zahl der anhand des Protokolles als „MESpositiv“ eingestuften Tiere und der Anzahl behandelter bzw. vom Melker als „MESpositiv“ eingestuften Tiere (Tabelle 61).

Tabelle 62: Mittels Protokoll und durch den Betrieb als MES-positiv eingestufte Tiere

Betrieb	Anzahl MES-positive Tiere laut Protokoll	Anzahl behandelte Tiere (betriebliche Einschätzung Anzahl MES-positive Tiere)
1	55	14 (27)
2	114	131
3	2	1
4	10	7
5	3	0
6	18	15
7	20	19
8	4	4
9	9	5

So wurden in Betrieb 2 17 Tiere mit Oxytocin behandelt, die nach der Definition anhand der Protokolle nicht als MES-positive Tiere eingestuft wurden. Ursache war hier vor allem eine, durch die massiv auftretenden MES-Fälle begründete, vorschnelle Reaktion der Melker auf kleinste Abweichungen im Melkverlauf. So bekamen auch Tiere Oxytocin, die tatsächlich nur sehr wenig Milch hatten.

In Betrieb 1 wurde vor Beginn der Untersuchungen die MES-Rate mit 10 % unterschätzt. Die Untersuchung ergab 18 %. Die Differenz wurde durch den großen Anteil an Tieren mit MES verursacht, die lediglich zu einer Melkzeit Auffälligkeiten zeigten, deshalb unbehandelt blieben und subjektiv nicht als Problemtiere eingestuft wurden, was zu einer Unterschätzung des Problems führte. Aus dem selben Grund kam es auch während der Untersuchung zu einer hohen Abweichung zwischen den laut Protokoll und den durch die Melker als MES-positiv eingestuften Tieren. Ähnlich ist das in Betrieb 9.

Betrieb 5 reagiert nicht auf gestörte Melkverläufe, solange die Kälber an der Kuh saugen. Deshalb ist auch keines der 3 MES-positiven Tiere behandelt worden. In den übrigen Betrieben waren die Abweichungen unerheblich, wie Tabelle 61 zeigt. Zusammenfassend kann die Methode der einheitlichen Definition des MES-Status der Tiere anhand von Einmelkprotokollen als zielführend und praktikabel eingestuft werden. Nachteilig ist der hohe Schreibaufwand, der dem Melker entsteht und der nur in Melkständen zu gewährleisten ist, in denen während des Melkprozesses genug Zeit zum Schreiben bleibt. Betriebe, die ihre Färsen auf dem Karussellmelkstand einmelken, konnten aus diesem Grund nicht in die Untersuchung einbezogen werden.

Die Erfassung tierindividuell wirkender Stressoren im Zusammenhang mit Abkalbung und Einmelken mittels Protokoll (Anhang B) durch das Melkpersonal hat den Nachteil, dass hier nicht bei allen erfassten Kriterien betriebsübergreifend einheitlich definiert werden kann. Das betraf insbesondere die Merkmale „Kalbeverlauf“, „Kalbedauer“ und „Krank“. Da die Auswertung hinsichtlich der Wirksamkeit dieser Stressoren jedoch immer innerbetrieblich erfolgt, wird das Ergebnis nicht durch betriebliche Unterschiede in der Erfassung verzerrt. Lediglich die Errechnung der Heritabilität wird dadurch beeinträchtigt. Allerdings wurde bisher

noch keine Lösung gefunden, wie man für diese Merkmale den für genetische Berechnungen nötigen Datenumfang erfassen kann, ohne auf betriebseigene (und damit betriebsspezifische!) Dokumentationen zurückgreifen zu müssen. Somit tritt in vorliegender Arbeit, verursacht durch die zwischen den Betrieben uneinheitliche Definition, derselbe Fehler bei der Heritabilitätsberechnung auf, wie er z.B. auch bei jeder Zuchtwertschätzung für diese Merkmale auftritt.

5.1.2 Stressmessung

Die in dieser Untersuchung genutzte Methode der Beurteilung der Beanspruchung eines Rindes mit Hilfe der Messung elektrodermalen Parameter wurde bisher nur in zwei Studien angewandt. Erstmals wurde die Eignung der Messmethode für Rinder an insgesamt 60 Tieren von BALZER (2003) im Rahmen der Entwicklung eines Verfahrens zur BSE-Früherkennung erprobt. Eine weitere Studie an 8 Tieren (BENECKE 2004) brachte keinen Wissenszuwachs. Zur Einschätzung der Reaktion von gesunden Rindern unter Feldbedingungen und in diesem Umfang kommt die Messmethode erstmalig zum Einsatz. Dieser Versuch stellt somit einen Vorstoß in „unbekanntes Gelände“ dar, denn die Messmethode ist für Rinder nicht evaluiert, das heißt: es können keine Aussagen über Reliabilität und Validität getroffen werden. Die im Rahmen dieses Versuches möglichen Untersuchungen hinsichtlich der Aussagekraft der Messergebnisse der elektrodermalen Parameter ergaben eine starke Abhängigkeit vom Messpunkt. Um die Messmethode zu evaluieren, sind umfangreiche Tierversuche in einem Labor mit standardisierbaren Umweltbedingungen nötig. Dies konnte im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht geleistet werden. Da jedoch aus dem Humanbereich und der experimentellen Arbeit mit Labortieren die Aussagekraft elektrodermalen Messungen bekannt ist (BOUCSEIN 1988), die dort in der Stressforschung, in der Diagnose und Behandlung motorischer Störungen sowie bei der Therapie psychosomatischer Störungen eingesetzt werden, wurde beschlossen, trotz aller offenen Fragen die Messmethode im Versuch einzusetzen. Als Referenzparameter wurde die Herzfrequenz erfasst, deren Aussagekraft hinsichtlich der Beanspruchung von Rindern hinreichend belegt ist. Dabei ist einzuschränken, dass den Parametern unterschiedliche Regelmechanismen zugrunde liegen, also nicht eine völlige Korrelation der Einzelparameter beim Einzeltier zu erwarten war (Systemunabhängigkeit nach BIERBAUMER 1975). Trotzdem konnte unterstellt werden, dass vor allem durch emotionalen Stress ausgelöste Herzfrequenzsteigerungen statistisch auch mit einer Verschlechterung der elektrodermalen Parameter in einer Tiergruppe einhergehen würden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Erfassung elektrodermalen Parameter als sinnvolle und erfolgversprechende noninvasive Messmethode für Stress in der Rinderhaltung angesehen werden muss. Hierbei sind besonders die Auswertungen des Stresstests aussagekräftig. Es waren sehr sichere Aussagen bezüglich typischer Skalenbereiche der Parameter bei verschiedenen Verhaltensklassen und zu eindeutigen Unterschieden zwischen den MES-Klassen möglich.

Beeindruckend war vor allem, dass mit der Hälfte des endgültigen Datenmaterials annähernd gleiche Ergebnisse erzielt wurde, wie mit dem Gesamtdatenmaterial (Abbildung 47).

Die größere Datenmenge brachte keinerlei veränderte Aussage. Das spricht für die Belastbarkeit und Aussagekraft der mit Hilfe der Messmethode nach BALZER (1988) und BALZER und HECHT (1999) ermittelten Daten.

Das während des Einmelkens keine so eindeutigen Zuordnungen zu Verhaltens- und MES-Klassen möglich war, ist nicht der Messmethode, sondern den unstandardisierten Messbedingungen anzulasten. Hier spricht für die Aussagekraft der Messmethode vor allem die hohe Zuordnungsquote auftretender Regelspitzen zu Umweltreizen.

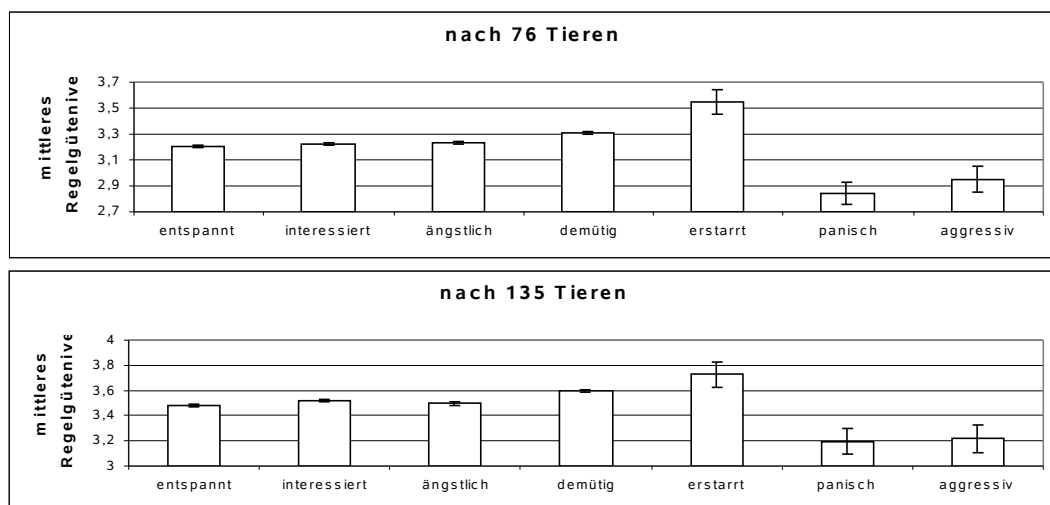


Abbildung 47: Vergleich der Ergebnisse hinsichtlich der Beziehung zwischen Verhaltensklasse und Hautpotential in unterschiedlichen Versuchstadien

Als der für vorliegende Fragestellung aussagekräftigste elektrodermale Parameter hat sich das Hautpotential herausgestellt, das die höchste Zuordnungsquote der Regelspitzen beim Melken aufwies und der messtechnisch am sichersten erfassbare Parameter war. Die Erfassung des Elektromyogramms ist für die Erfassung von Beanspruchung während des Melkens weniger geeignet, da das Tier hierbei ständig in Bewegung ist und deshalb die Messergebnisse nicht nur den stressbedingten Muskeltonus widerspiegeln, sondern stark durch die Bewegungen beeinflusst sind. Daher ist es nicht verwunderlich, dass z.B. die Ergebnisse betreffs der Art des Umganges mit dem Tier durch den Menschen für diesen Parameter nicht immer solch eindeutige Tendenzen aufweisen wie beim Hautpotential oder Hautwiderstand.

Speziell für die elektrodermalen Parameter kann eine sehr gute Reaktivität bescheinigt werden. Die Parameter reagieren unmittelbar (innerhalb von 5 Sekunden) auf einen Reiz und erreichen häufig bereits nach wenigen Sekunden wieder normales Niveau. Dadurch war es sehr gut möglich, Regelspitzen konkreten Umweltereignissen zuzuordnen. Beim Parameter Herzfrequenz ist die Zuordnung wesentlich schwieriger, weil der Parameter vergleichsweise

träge reagiert und unter Stress sowohl nach oben als auch nach unten vom Normalbereich abweichen kann. Häufig folgt auf eine starke Erhöhung der Herzfrequenz infolge eines Reizes ein Absinken unter das normale Niveau, bevor sich der Parameter wieder stabilisiert. Kommen in dieser Zeit neue Reize hinzu, kann die Reaktion nicht mehr eindeutig zugeordnet werden.

Die praktische Anwendbarkeit der Messtechnik ist als gut einzustufen. Die Befestigung des Messgurtes am Tier ist problemlos möglich. Der Gurt behindert das Tier nicht in seinem normalen Verhalten und wird bereits nach wenigen Minuten kaum noch beachtet. Auch der durch das Umlegen des Gurtes verursachte Stress, der zu einem kurzzeitigen starken Anstieg aller gemessenen Parameter führt, beeinträchtigt die Messungen kaum, da die Reaktion bereits nach wenigen Minuten wieder abgeklungen ist. Bei den Stresstests fällt dieses Abklingen in die Präphase des Testes. Bei den Messungen während des Einmelkens wurden die Daten erst ab dem Zeitpunkt gewertet, zu dem die Autorin die Box verlassen und die Tiere sich wieder beruhigt hatten (max. 2 Minuten nach Anlegen des Gurtes). Bis dahin zählten die Messwerte zum Versuchsabschnitt „Gurt befestigen“, der nicht gewertet wurde. Bei Beginn des in die Wertung eingehenden Messabschnitts befanden sich die elektrodermalen Messwerte der meisten Tiere wieder unterhalb der Obergrenze des „normalen Regelbereichs“ (= der für das Tier typische Regelbereich, Definition siehe Abschnitt 4.4.4.3.2). Lediglich der Parameter Hautwiderstand wies noch in größerem Umfang Regelspitzen auf, die durch das Umlegen des Gurtes ausgelöst waren. Die Herzfrequenz reagiert träger als die elektrodermalen Parameter. Sie hatte in 31 % der Messungen noch nicht wieder Normalwerte erreicht (Tabelle 63).

Tabelle 63: Anteil der Messungen mit Anfangswerten oberhalb bzw. außerhalb des „normalen Regelbereichs“* (durch Umlegen des Gurtes ausgelöste Beanspruchung)

Parameter		Melkungen gesamt	Melkungen mit durch das Gurten veränderten Anfangswerten	
		Anzahl	Anzahl	prozentual
Elektromyogramm	Regelgüte	96	3	3
Hautpotential	Regelgüte	93	12	13
Hautwiderstand	Regelgüte	63	13	21
Herzfrequenz	Originalwert	45	14	31

* elektrodermale Parameter => oberhalb des „normalen Regelbereichs“
Herzfrequenz => außerhalb des „normalen Regelbereichs“

Die dadurch verursachten Fehler bei Mittelwertbildungen sind einerseits unerheblich, da die Abweichungen zum Normalbereich bei allen Parametern gering und der Zeitraum bis zum Erreichen normaler Werte im Verhältnis zur Gesamtdauer des Messabschnittes sehr kurz ist. Andererseits kann davon ausgegangen werden, dass auch die Höhe der Abweichung, die durch das Gurten verursacht wird, mit der Beanspruchung des Tieres korreliert. Da die Stärke des Stressors bei jedem Tier gleich ist, liegen vergleichbare Voraussetzungen für alle Tiere vor.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ergebnisse sowohl des Stresstests als auch der Messungen beim Einmelken der Messmethode eine hohe Aussagekraft bescheinigen. Bevor die Methode auch für andere Fragestellungen in der Rinderhaltung, z.B. hinsichtlich der Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen, genutzt werden kann, muss sie jedoch evaluiert werden.

5.1.3 Diskussion der angewandten statistischen Methoden

Die grundsätzliche Schwierigkeit bei der Wahl der geeigneten statistischen Verfahren lag darin, dass viele der untersuchten Parameter als binäre (MES-Klasse) oder diskrete (in Klassen erfasste Merkmale) Daten vorlagen bzw. häufig keine Normalverteilung oder Poissonverteilung (Elektrodermale Parameter) oder keine gleichen Varianzen zwischen den statistischen Gruppen (Betrieb) aufwiesen. Da innerhalb einer Rechnung oft Daten mit unterschiedlichen Eigenschaften kombiniert vorlagen, war es nicht für jede Fragestellung möglich, ein passendes statistisches Verfahren zu finden, das der jeweiligen Datenstruktur gerecht wird. Besonders betroffen ist hierbei die Heritabilitätsberechnung (Abschnitt 4.5).

Man muss deshalb davon ausgehen, dass es sich bei der hier vorliegenden Berechnung der Heritabilität von MES um eine grobe Schätzung handelt, zumal die Datengrundlage für die Berechnung als klein einzuschätzen ist. Die in die Heritabilitätsberechnung einbezogenen Faktoren werden deshalb in ihrer Auswirkung auf MES nicht gewertet. Diese Wertung erfolgt anhand der Ergebnisse der Regressionsanalyse im Abschnitt 4.1, die sehr viel besser der vorliegenden Datenstruktur angepasst ist und sicherere Aussagen erlaubt. Nachteil dieses Verfahrens ist, dass die innerbetrieblich z.T. sehr kleine Tierzahl in einzelnen Klassenstufen zu nicht aussagekräftigen Ergebnissen mit sehr hohen Standardfehlern führen kann, so dass nicht in jedem Betrieb für jedes Merkmal eindeutige Aussagen getroffen werden können. Die Wertung der Ergebnisse ist deshalb entsprechend vorsichtig und betriebsspezifisch vorgenommen worden.

Bei der Auswertung der elektrodermalen Parameter war vor allem die fehlende Normalverteilung ein Problem. Meist handelte es sich um eine zweigipflige Verteilung. Zudem handelt es sich streng genommen um diskrete Daten, auch wenn der gemessenen Parameter stetig vorliegt und nur durch die bereits in Klassen gefasste Datenausgabe der Software in eine diskrete Größe umgewandelt wird. Die für die Auswertung solcher Daten zur Verfügung stehenden parameterfreien Verfahren bieten jedoch bei weitem nicht die Möglichkeiten der mathematischen Korrektur von Einflussfaktoren (Messtag), wie sie die Varianzanalyse ermöglicht und wie sie in vorliegender Auswertung nötig waren. Es wurde deshalb geprüft, ob die bei der Varianzanalyse wichtigen Parameter der Normalverteilung, der Mittelwert und die Standardabweichung, auch für die elektrodermalen Parameter Aussagekraft besitzen. Da es bei Verschiebungen der Häufigkeitsverteilungen der elektrodermalen Parameter (z.B. infolge eines Reizes) immer zu einer logischen Verschiebung des Mittelwertes kam, wurde trotz fehlender

Normalverteilung eine Varianzanalyse durchgeführt, deren Ergebnisse als ausreichend sicher angesehen werden können.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

Ziel dieser Untersuchung war, Einflussfaktoren zu finden, die das Auftreten von Milchejektionsstörungen begünstigen oder verursachen. Dabei war der Focus zunächst vor allem auf Umweltfaktoren gerichtet, die direkt im Zusammenhang mit der Abkalbung und dem Einmelken stehen, weil in dort auftretenden akuten Stressoren traditionell die Ursache für MES vermutet wurde. Zu diesen „traditionellen“ Stressoren zählen schwere Abkalbeverläufe, falsche Umstellungspraktiken, Unruhe während der Kalbung, unbekannte Melkumgebung, rüder Umgang mit den Tieren, aber auch Schmerzen durch das Melken, vor allem bei Mastitis oder stark ödematisiertem Euter, Blindmelken oder unsachgemäßem Ausmelken (z.B. PFEILSTICKER 1995, WEISS et al. 2004, LEFCOURT et al. 1985, ARPE 1996, DOBSON et al. 2000, RAUSSI et al. 2005, TAKEDA et al. 2003, RUSHEN et al. 2001). Die genaue Erfassung von Stressoren im Vorabkalbezeitraum mittels Videotechnik war zunächst nur auf der Vermutung begründet, dass Belastungen, die vor der Kalbung auf das Tier wirken, prädisponierend für MES wirken könnten. Schon nach den Voruntersuchungen konnte jedoch festgestellt werden, dass die Haltungsumstände im Zeitraum vor der Kalbung eine bedeutendere Rolle bei der Entstehung von MES zu spielen scheinen, als die Stressoren im Zeitraum Abkalbung / Einmelken. Dieser erste Eindruck konnte im endgültigen Datenmaterial sicher bestätigt werden. Zu Beginn des Erfassungszeitraumes wurde durch die Autorin eine Einschätzung der Haltungsbedingungen der Färsen im geburtsnahen Zeitraum hinsichtlich der Belastung, die sie möglicherweise für die Tiere darstellen, vorgenommen. Die Einschätzung erfolgte rein subjektiv, wird jedoch von den Ergebnissen und der betrieblichen MES-Rate vollauf bestätigt und soll deshalb hier mit angeführt werden (Tabelle 64).

MES ist bei den hier untersuchten Betrieben somit nicht ein aufgrund zufällig wirkender Stressoren im Zeitraum Abkalbung / Einmelken auftretendes Problem, sondern MES „erwerben“ sich die Untersuchungsbetriebe systematisch durch chronisch wirkende suboptimale Haltungsbedingungen im Vorfeld des Abkalbezeitraumes und in der Frischmelkergruppe. Hierbei wird unter „suboptimal“ alles verstanden, was soziale Konflikte innerhalb einer Tiergruppe verursacht oder verschärft. Tiere, die im Vorfeld der Kalbung bereits unter Dauerbelastung stehen, weil sie von Gruppengefährten „gemobbt“ werden, sind nicht mehr in der Lage, den zusätzlichen Stress, der durch Kalbung und Einmelken entsteht, zu verkraften. Sie reagieren mit MES.

Tabelle 64: Subjektive Einstufung der Haltungsbedingungen der Färsen (+ => gering belastend, 0 => normal belastend, - => stark belastend)

Betrieb	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Behornung	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Vorabkalbezeitraum (Wartebox)									
Rangkämpfe	0	0	0	0	0	0	0	Anbinde- haltung	0
Fluchtmöglichkeiten	+	-	+	+	-	-	+		+
Erreichbarkeit Futter	0	-	+	+	+	-	+	+	-
Erreichbarkeit Wasser	+	-	+	0	+	-	+	+	+
Abkalbezeitraum (Kalbebox)									
Rangkämpfe	0	Einzelbox	Einzelbox	0	0	0	0	Anbinde- haltung	0
Fluchtmöglichkeiten	+			+	+	+	+		+
Erreichbarkeit Futter	0	-	0	+	+	+	+	+	+
Erreichbarkeit Wasser	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kolostralmilchzeitraum (Frischmelkergruppe)									
Rangkämpfe	0	-	0	0	0	0	0	Anbinde- haltung	Anbinde- haltung
Fluchtmöglichkeiten	+	-	+	+	+	-	-		
Erreichbarkeit Futter	+	-	+	+	+	-	-	+	+
Erreichbarkeit Wasser	+	-	+	+	+	-	-	+	+
Triebwege	0	-	-	keine	keine	-	keine	keine	keine
Vorwartehof	keiner	-	keiner	keiner	keiner	0	keiner	keiner	keiner
Eintrieb Melkstand	-	-		keiner	keiner	0	keiner	keiner	keiner
Melkstand	+	-	0	+	+	0	+	+	+
MES-Rate in %	18,0	38,4	2,9	2,7	2,0	13,4	20,8	6,8	3,1

MES ist somit als sichtbares Zeichen einer chronischen Stresssituation zu werten.

Damit erklären sich folgende Aspekte von MES:

Es handelt sich um ein betriebliches, nicht um ein generelles Problem.

Es kommt auf die betriebsspezifische Haltungsumwelt und damit auf den betriebspezifischen „Stressmix“ an, ob die Tiere bei vergleichbaren Abkalbe- und Einmelkbedingungen MES ausbilden oder nicht.

MES betrifft vor allem die rangniederen Tiere.

Bei Anwesenheit von Altkühen in der Gruppe haben rangniedrige Färsen sehr viel stärker unter Rankämpfen zu leiden und sind dadurch häufiger an der Grenze ihrer Kompensationsmöglichkeiten als ranghohe Färsen.

MES verläuft in jedem Untersuchungsbetrieb unterschiedlich.

Die Stressbelastung durch die Haltungsumwelt wirkt in jedem Betrieb nicht nur in ihrer Stärke, sondern auch in ihrem zeitlichen Verlauf anders auf die Tiere und bewirkt dadurch sehr unterschiedliche zeitliche Verläufe von MES.

In Betrieb 1 war die Anwesenheit der unbekannten Kühe im Vorabkalbezeitraum der Hauptstressor, der zu einer je nach Rangposition unterschiedlich starken chronischen Beanspruchung der Färsen führte. Zum Zeitpunkt der Abkalbung waren die Kühe den Färsen bereits nicht mehr unbekannt, die schwersten Rankämpfe ausgestanden. Das nun neu hinzukommende Melken war für die am stärksten durch Rankämpfe beanspruchten Tiere eine nicht zu kompensierende zusätzliche Belastung. Sie reagierten mit MES. Allerdings ist das Melken nur beim ersten Mal neu, bei wiederholten Melkungen sank die Wirksamkeit des Stressors „ungewohntes Melken“ und damit die MES-Rate. Bereits am Ende des zweiten Laktationstages hatten die meisten Tiere von Betrieb 1 eine ordnungsgemäße Milchejektion, da vorhandene Stressoren in ihrer Wirksamkeit nachgelassen und keine neuen Stressoren hinzugekommen waren.

In Betrieb 2 war der Hauptstressor im Vorabkalbezeitraum der Platzmangel in den Laufgängen des Stallabteils, der zu umso mehr MES führte, desto dichter das Abteil belegt war. Hiervon waren die Tiere aller Rangstufen gleichermaßen betroffen. Zur ersten Melkzeit reagieren zunächst nur wenige Tiere (ca. 2 %) mit einer MES auf die unbekannte Situation. Spätestens nach der ersten Melkung erfolgt jedoch die Umstellung der Tiere in das Frischmelkerabteil. Hier treffen die Färsen zum ersten Mal auf Altkühe. Das Frischmelkerabteil umfasst nur den Fressgang (2,65 m Breite) und eine Reihe Liegeboxen, es gibt keinerlei Ausweichmöglichkeiten. Da die Tiere alle behornt sind, sind die nun ablaufenden schweren Rankämpfe mit sichtbaren Verletzungen verbunden. Die Anwesenheit der Altkühe stellt einen starken zusätzlichen Stressor dar, der zu einem schlagartigen Anstieg der MES-Rate auf fast 25 % führt. Da die Stärke der Rankämpfe

erst ab dem Ende des zweiten Tages nach der Einstellung in die Gruppe wieder abnimmt, nimmt auch erst dann die Beanspruchung durch die Anwesenheit der Kühe wieder ab, was sich an dem allmählich beginnenden Abfall der MES-Rate ablesen lässt. Da jedoch von einer Konsolidierung der Rangordnung erst nach 14 Tagen gesprochen werden kann (SAMBRAUS 1978), lässt auch die Belastung nur allmählich nach. Eine entsprechend lange „Heilungsdauer“ der MES von durchschnittlich fast 5 Tagen ist die logische Folge. Hohe Belegungsdichten im Vorabkalbezeitraum stellen somit den prädisponierenden Faktor, die Zusammenstellung von Jung- und Altkühen unmittelbar nach der Abkalbung die auslösende Ursache für das Auftreten von MES in Betrieb 2 dar. Dabei scheint der Stressor „Anwesenheit der Altkühe“ stärker in seiner Wirksamkeit zu sein, als der Stressor „hohe Belegungsdichte“, da im Frischmelkerabteil des Betriebes 2, wie im Wartebereich des Betriebes 1, kein Zusammenhang zwischen Belegungsdichte und Auftreten von MES nachzuweisen ist. Ob auch hier die Rangposition der Färsen entscheidend ihr MES-Risiko beeinflusst, konnte am vorliegenden Datenmaterial nicht untersucht werden.

Betrieb 7 hat eine Kombination der Problematik der Betriebe 1 und 2 aufzuweisen. Hier werden, wie in Betrieb 1, Färsen und Kühe in einer großen unstrukturierten Tiefstreulaufbox bereits vor der Kalbung aneinander gewöhnt. Auch hier stellen die Rangkämpfe eine Belastung dar, auf die die Färsen jedoch zur ersten Melkung, die in der Einzelabkalbebox erfolgt, noch nicht mit MES reagieren ($< 2\%$). Allerdings werden die Tiere danach in das Frischmelkerabteil umgestallt. Hierbei handelt es sich um einen Liegeboxenlaufstall in Queraufstallung mit ähnlich ungünstigen Platzverhältnissen wie bei Betrieb 2. Ein Anstieg der MES-Rate, die bis zur 5. Melkzeit auf hohem Niveau verharret, ist die Folge. Auch hier darf, da sich sonst im Umfeld der Tiere nichts ändert, verstärkter sozialer Stress durch Verschärfung der Rangkämpfe infolge suboptimaler Haltungsbedingungen als Ursache vermutet werden.

MES ist nicht erblich.

Es hängt einzig von den äusseren Umständen ab, ob ein Tier eine MES ausbildet oder nicht. Das unterstützt die Ergebnisse des Stresstests hinsichtlich des Anteiles an stresslabilen bzw. stressstabilen Tieren in den Herden. Es konnten hierbei keine nennenswerten Unterschiede in der Stressanfälligkeit zwischen den Herden mit hohen (Betriebe 1 und 2) und niedrigen (Betrieb 4) MES-Raten gefunden werden. Man kann somit davon ausgehen, dass die Tiere mit MES der Betriebe 1 und 2 keine MES gehabt hätten, wenn sie in Betrieb 4 gehalten worden wären.

Die „traditionellen“ Stressoren, die im Zeitraum Abkalbung und Einmelken wirken, sind insofern in der hier untersuchten Gruppe von Betrieben von untergeordneter Bedeutung, weil sie nur zu MES führen, wenn das Tier ausreichend vorbelastet ist, und somit auch kleine Stressoren nicht mehr kompensieren kann. In einem Betrieb, in dem die Tiere erholt in die Kalbung gehen, bewirken auch z.T. gravierende Fehler im Management von Kalbung / Einmelken keine MES (z.B. Betriebe 4, 5 und 9). Die sogenannten „traditionellen“ Stressoren sind somit nur das auslösende Moment, nicht die eigentliche Ursache von MES.

Das bedeutet jedoch nicht, dass es ohne Bedeutung ist, was während der Abkalbung / des Einmelkens mit dem Tier geschieht. Da häufig an der Hauptursache „suboptimale Haltungsbedingungen“ nichts oder nur in Verbindung mit hohem Aufwand und Kosten etwas geändert werden kann, ist es wichtig, auch die kleinen Stressoren zu vermeiden, um das Problem MES zu verringern.

Zudem sind Einzelfälle bekannt, bei denen lediglich ein besonders gravierender Stressor zum Einmelken verantwortlich für hohe MES-Raten war. Ein Beispiel dafür ist Betrieb 5, der in der Vorbereitungsphase dieses Projektes noch ca. 25 % MES-Rate aufwies. Die vermutete Ursache war das Impfen der Jungrinder im Melkstand, das von den Tieren als negatives Erlebnis empfunden wurde und zu Angstreaktionen während des Einmelkens führte. Nach Bau eines gesonderten Impfstandes ging die MES-Rate auf die in vorliegender Untersuchung gefundenen 2% zurück.

Die hier untersuchten „traditionellen“ Stressoren sind: der Zeitpunkt der Einstallung in den Abkalbebereich, die Schwere des Kalbeverlaufes und die Kalbedauer, die Verweildauer des Kalbes an der Kuh, die Wartezeit zwischen der Kalbung und dem ersten Einmelken, Gesundheitsbeschwerden im geburtsnahen Zeitraum sowie die Person des Melkers, der die Färsen zum ersten Mal melkt.

Das Ergebnis beim Merkmal „Einstellungszeitpunkt in den Abkalbebereich“ deckt sich mit den Lehrmeinungen zur Vermeidung von Stressbelastungen während der Kalbung. Es wird allgemein ein möglichst frühes Einstellen in die Abkalbebox empfohlen, damit das Tier sich an die neue Umgebung gewöhnen und vor der Geburt ausreichend entspannen kann. Das ist vor allem das Ziel des Baues von Einzelabkalbeboxen. Leider muss festgestellt werden, dass gerade bei Letzteren dieser Zweck völlig verfehlt wird. Die Tiere werden häufig erst in die meist in zu knapper Anzahl vorhandenen Einzelabkalbeboxen gebracht, wenn die Geburt bereits begonnen hat. Es konnte eine eindeutige Tendenz nachgewiesen werden, dass desto mehr MES auftritt, umso weniger Zeit zwischen Einstallung und Abkalbung bleibt. Da bei der Kalbung in Gruppenboxen die Einstallung wesentlich früher, meist schon mehrere Wochen vor dem errechneten Kalbetermin, erfolgt, handelt es sich um ein spezifisches Problem der Einzelabkalbeboxen. THÜMLER (2003) und GEIDEL et al. (2005) hatten bereits mittels Umfrage ermittelt, dass Betriebe, die Einzelabkalbeboxen betreiben, signifikant mehr MES – Probleme hatten, als Betriebe mit Gruppenabkalbeboxen. Man muss davon ausgehen, dass

hierbei mehrere Belastungsfaktoren gleichzeitig wirken, von denen bereits bekannt ist, dass sie bei Tieren Stress hervorrufen und zu MES führen können:

- die neue, fremde Umgebung (PFEILSTICKER 1995, MACUHOVA et al. 2002)
- die Störung des Geburtsablaufes
- Isolationsstress (z.B. MUNKSGAARD et al. 1996, RUSHEN et al. 1999, APPLE et al. 2005).

Speziell für den Punkt Isolationsstress ist nachgewiesen, dass hierdurch auch die Infektabwehr beeinflusst wird. STELWAGEN et al. (2000) wiesen eine erhöhte Durchlässigkeit der Blut-Milch-Schranke bei stresslabilen Kühen während der Isolation nach. Unter diesen Gesichtspunkten muss neu über den Sinn und die praktische Eignung von Einzelabkalbbeboxen in Rinderherden nachgedacht werden.

Der Verlauf und die Dauer der Kalbung weisen keine eindeutige Beziehung zu MES auf. Zwar können in Einzelfällen signifikante Unterschiede zwischen den Kalbeverlaufsklassen eines Betriebes gefunden werden, allerdings ist die Tendenz zwischen den Betrieben wechselnd. Ein schwerer Kalbeverlauf kann in einem Betrieb zu mehr, im anderen zu weniger MES führen. Da es unlogisch ist, einen schweren Kalbeverlauf an sich als stressmindernd und damit MES-verhindernd zu bezeichnen, liegt der Verdacht nahe, dass hierbei die Fürsorge durch den Menschen bei der Geburtsbetreuung Einfluss hat. Ein bei einer Schweregeburt intensiv betreutes Tier ist unter Umständen durch das nachfolgende Melken weniger belastet als andere Färsen, weil es den Melker bereits kennt und als positiv einordnet.

Das Ergebnis beim Merkmal „Verbleibedauer des Kalbes an der Kuh“ ist insofern überraschend, als das Datenmaterial bei diesem Merkmal nicht ein solch eindeutiges Ergebnis erwarten ließ. Die Verbleibedauern innerhalb der Betriebe mit nennenswerten MES-Raten variieren nur wenig (0 bis 6 Stunden). Betriebe mit größerer Variationsbreite (z.B. Betrieb 5 mit 0 bis 72 Stunden) weisen wenig MES auf. Insofern war hier eher ein gegenteiliges Ergebnis zu erwarten. Dass selbst bei so geringen innerbetrieblichen Variationsbreiten von wenigen Stunden eine eindeutige Tendenz zu mehr MES bei längerem Verbleib des Kalbes bei der Kuh signifikant nachweisbar ist, spricht für die Wichtigkeit dieses Faktors. Zudem werden damit die Ergebnisse von THÜMLER (2003) und GEIDEL et al. (2005) bestätigt. Die emotionale und soziale Bindung zwischen Kalb und Kuh entsteht innerhalb des ersten Lebensstages des Kalbes (SAMBRAUS 1978). Eine spätere Trennung erzeugt Trennungsschmerz, der an Verhaltensäußerungen (Vokalisation, Unruhe, Suchverhalten) und veränderten physiologischen Messgrößen (Blutcortisolspiegel, Plasmaoxytocingehalt) der Kuh erkennbar ist und Stress darstellt (HOPSTER et al. 1995, TANCIN et al. 2001a). Die hier vorliegenden Ergebnisse lassen jedoch vermuten, dass die Trennung vom Kalb bei der Kuh bereits nach einer viel kürzeren Verbleibedauer (weniger als 6 Stunden) einen erheblichen Stress verursacht. Unter diesem Aspekt sind Haltungsverfahren, bei denen die Kälber bis zu mehreren Tagen an der Kuh belassen werden, trotz aller Vorteile hinsichtlich Kälbergesundheit, Wachstumsförderung und

Tiergerechtigkeit durchaus kritisch zu bewerten. Selbst das Trockenlecken der Kälber durch die Kuh sollte vermieden werden, um der Kuh unnötigen emotionalen Stress zu ersparen.

Nicht signifikant, aber in der Tendenz sehr eindeutig war das Ergebnis beim Merkmal Wartezeit (Zeit zwischen Abkalbung und erster Melkung). Eine längere Wartezeit, also mehr Ruhe und Entspannungsmöglichkeit für die Kuh, senkt das MES-Risiko. Ein schnelles Anmelken der Tiere ist mit der Notwendigkeit der Gewinnung des Erstkolostrums für das Kalb begründet, das innerhalb von 2 Stunden nach der Kalbung vertränkt sein sollte. Allerdings wird das Erstkolostrum von Färsen häufig nicht benutzt, da es zuwenig Immunglobuline enthält. Die Betriebe halten für Färsenkälber meist tiefgefrorenes Erstkolostrum von multiparen Kühen bereit. In diesen Fällen besteht keine Notwendigkeit, die Färse möglichst schnell anzumelken. Eine Ruhepause nach der Kalbung wäre also vertretbar.

Gesundheitliche Beschwerden während des Abkalbe- und Einmelkzeitraumes führten bei drei Betrieben zu signifikant mehr MES.

Die Gabe von oxytocinhaltigen Medikamenten zur Geburtserleichterung hatte nur in Betrieb 2 Relevanz und keinerlei Einfluss auf das Auftreten von MES.

Auch der Melker bei der ersten Melkung konnte als systematischer Einflussfaktor auf MES ausgeschlossen werden. Ein einziger Melker hatte einen signifikant von den anderen Melkern seines Betriebes verschiedenen Regressionskoeffizienten. Bei ihm trat weniger MES auf. Alle anderen untersuchten Melker unterschieden sich innerbetrieblich nicht. Deshalb und aufgrund der Beobachtungen während der Erfassung, kann davon ausgegangen werden, dass es sich um sachgerecht und umsichtig arbeitendes Melkpersonal handelt, das einen überwiegend positiven Umgang mit den Tieren pflegt. Extrem negative Beispiele, wie sie z.B. experimentell bei RUSHEN et al. (2001) zur Überprüfung des Einflusses der Art und Weise des Tierumganges auf das Tier eingesetzt wurden, gab es in vorliegender Untersuchung nicht. Vorliegende Ergebnisse belegen somit, dass es bei den hier untersuchten Betrieben egal ist, welche Person die erste Melkung vornimmt. Alle Melker eines Betriebes sind im Mittel gleich gut. Sie belegen aber ebenso, dass es nicht gleichgültig ist, was diese Person tut. Negativer Umgang mit den Tieren bewirkte zumeist eine signifikante Verschlechterung der Messwerte der elektrodermalen Parameter und der Herzfrequenz, was als Zeichen stärkerer Beanspruchung zu werten ist. Eine anschauliche Darstellung der Auswirkungen des Umganges mit dem Tier auf dessen Messparameter ist am Beispiel eines Einzeltieres im Anhang I dargestellt. Zwar konnte kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Auftreten von negativem Umgang mit dem Tier und MES nachgewiesen werden, trotzdem sollte die Vermeidung jedes unnötigen Stresses Ziel beim Einmelken sein.

Hinsichtlich des durch MES verursachten Schadens für den Betrieb stimmen die Ergebnisse dieser Arbeit nicht mit der Schadensschätzung von TRÖGER et al. (2004) überein. TRÖGER et al. gingen von 2800 € Schaden bei Totalverlust des Tieres und ca. 500 € Schaden bei Eintreten

einer Heilung aus. Diese Summen resultierten aus Leistungsverlust bzw. -minderung, Remontierungs- und Behandlungskosten.

In vorliegender Untersuchung wurden nur vier Tiere aufgrund von MES gemerzt, wobei 3 der Tiere aufgrund der Ungeduld der Melker bereits nach ca. 14 Laktationstagen abgingen. Nur ein Tier hatte nachweislich nach etwa 4 Laktationsmonaten noch keine spontane Milchejektion. Alle übrigen Tiere wiesen betriebsspezifisch einen Heilungserfolg nach im Mittel 1 bis 5 Tagen auf. Auf die Milchleistung in der aktuellen Laktation konnte kein einheitlicher Einfluss nachgewiesen werden. Bei zwei von vier diesbezüglich untersuchten Betrieben hatten die Tiere mit MES eine höhere, bei den zwei anderen Betrieben eine niedrigere Laktationsleistung als Tiere ohne MES. Auch auf die Fruchtbarkeitsleistungen wirkten sich MES nicht negativ aus. Somit entstehen dem Betrieb, verursacht durch MES, lediglich zusätzliche Kosten für den erhöhten Arbeitszeitaufwand bei der Melkung eines MES-positiven Tieres und für das eventuell eingesetzte Oxytocin.

Nicht zu beziffern sind jedoch die Verluste, die durch die chronische Stresssituation, die für das gehäufte Auftreten von MES verantwortlich ist, entstehen. Es ist bekannt, dass chronischer Stress zu Einbußen bei Leistungen (Milch, Wachstum, Fruchtbarkeit) und erhöhter Krankheitsanfälligkeit durch verminderte Immunabwehr führen kann (z.B. STELWAGEN et al. 2000, HEMSWORTH et al. 2002, YAGI et al. 2004). Dabei betreffen die Einbußen mit hoher Wahrscheinlichkeit alle Tiere eines Bestandes, nicht nur die MES-positiven. Bei gehäuften Auftreten von MES wäre es somit in jedem Fall angeraten, dies als Hinweis auf Missstände in Haltung und Management der Tiergruppen zu betrachten und die Ursachen zu beseitigen.

Der a.p. durchgeführte Test auf Stressstabilität belegte, dass vorrangig stresslabile Tiere von MES betroffen sind. Stresslabile Tiere haben unterdurchschnittliche Fähigkeiten zur Stresskompensation, kommen dadurch viel früher an ihre Belastungsgrenze und reagieren eher mit MES als stressstabile Tiere. Interessant wäre die Klärung der Frage, ob stresslabile Tiere bevorzugt auf niedrigen Rangpositionen zu finden sind. Am vorliegenden Datenmaterial kann hierauf keine Antwort gefunden werden, da sich die Tiergruppen der Untersuchungsblöcke „Stresstest“ und „Videobeobachtung“ nicht überschneiden.

Aus dem Humanbereich ist bekannt, dass der Umgang mit Stress hauptsächlich erlernt wird. Hierbei liegt der Schwerpunkt des Lernens in der Kindheit und Jugendentwicklung, wobei Gelerntes lebenslang modifiziert werden kann (SCHEUCH und SCHREINICKE 1989). Für die Lernfähigkeit bzw. für durch unterschiedliche Lernfähigkeit bedingte Verhaltensweisen bei Kälbern sind Heritabilitäten von 0,08 – 0,15 (HIMMEL et al. 1972) bzw. 0,21 – 0,27 (MACHA et al. 1981) geschätzt worden. Ebenfalls für Kälber konnte von STEINHARDT und THIELSCHER (2006) eindrucksvoll belegt werden, dass die Lernfähigkeit die Stressstabilität maßgeblich beeinflusst und von der Art und Weise der Kälberaufzucht abhängt. Es ist somit zu erwarten, dass auch die Stressstabilität geringgradig erblich ist. Das hier untersuchte Merkmal

MES ist als ein Anzeichen für geringe Stressstabilität jedoch nur bedingt wertbar. So zeigen z.B. in Betrieb 2 wesentlich mehr Tiere eine MES, als stresslabile Tiere vorhanden sind. Es bildet hier ein Teil der stressstabilen Tiere eine MES aus, weil die Stärke der Stressoren auch deren Kompensationsfähigkeit übersteigt. Demgegenüber zeigt in Betrieb 4 fast kein Tier, also auch nicht die stresslabilen Tiere, eine MES. Die Ausprägung des Merkmales MES ist somit primär von den auf das Tier wirkenden Umwelteinflüssen und erst in zweiter Linie von dessen Stressstabilität abhängig. Das wird durch die in dieser Arbeit erhaltenen geringen Heritabilität von 0,009 bestätigt.

Um die Stressstabilität der Tiere zu verbessern, wäre es somit wünschenswert, durch geeignete Verfahren der Kälber- und Jungrinderaufzucht Lernprozesse zu fördern bzw. gezielt zu steuern. Dieser Aspekt findet jedoch bei der Entwicklung und Beurteilung von Haltungsverfahren für Rinder momentan kaum Beachtung. Es wäre hierfür zu klären, welche Haltungsformen und Maßnahmen geeignet sind, das Erlernen von Stressbewältigung zu fördern. Dabei müssen bei der Bewertung solcher Verfahren folgende Aspekte einbezogen werden:

- Effektivität bei der Erzielung von Lernerfolgen hinsichtlich der Bewältigung von Stress
- praktische Umsetzbarkeit
- zusätzlicher Arbeitszeitaufwand während des Lernprozesses (beim Kalb)
- Arbeitszeiterparnis durch leichtere Handhabung erwachsener Tiere
- langfristig erzielte Mehrerträge bzw. vermiedene Kosten z.B. durch höhere Milchleistung, geringere Krankheitsanfälligkeit, weniger MES
- nötiger Aufwand für Schulung des betreuenden Personals

Die meisten der angeführten Aspekte sind schwer zu erfassen. Zudem fehlen für das Rind brauchbare Methoden zur Erfassung der Stressstabilität. Die hier verwendete Methode ist ein erster Ansatz, der jedoch noch der Evaluierung bedarf.

Zu letztem Punkt ist zu sagen, dass längst bekannt ist, dass mit dem Erreichen von Leistungs- und Kompensationsgrenzen durch das Tier die Fähigkeit des Personals, den Umgang mit dem Tier für dieses möglichst stressarm zu gestalten, zunehmend an Bedeutung gewinnt (z.B. HEMSWORTH et al. 2003). Ein verstärkter Einsatz von ungelernten Arbeitskräften kann hier kontraproduktiv sein.

Ein wichtiges Ergebniss der Stresstests war die sehr sicher mögliche Zuordnung bestimmter Skalenbereiche der elektrodermalen Parameter zu den Verhaltensklassen. Damit konnte belegt werden, dass Verhalten und gemessener Parameter in einem Zusammenhang stehen, aber die subjektive Wertung von Verhalten durch den Menschen nicht in jedem Fall der tatsächlichen Beanspruchung des Tieres entspricht. So konnten bei Tieren, die durch panisches oder aggressives Verhalten den (subjektiven) Eindruck machten, stark beansprucht zu sein, die niedrigsten (=besten) Werte gemessen werden. Das ist logisch, wenn man davon ausgeht, dass Verhalten die erste und effektivste Form der Anpassung an sich verändernde Bedingungen ist

(SAMBRAUS 1978). Tiere, die stark mit einer Verhaltensänderung reagieren, scheinen die Anpassungsleistung hauptsächlich über das Verhalten zu erbringen und dadurch weniger zu physiologischen Reaktionen gezwungen zu sein. Auch beim Menschen ist bekannt, dass motorisches Agieren in Belastungssituationen bei der Stressbewältigung hilft (HÖRHOLD 1994, SCHEUCH und SCHREINICKE 1989). Demgegenüber ist bekannt, dass Überforderung zu Verhaltenshemmung führen kann (SAMBRAUS 1978). Das wird durch Ergebnisse von RUSHEN et al. (2001) bestätigt, der bei Milchkühen geringere Bewegungsintensität beim Melken beobachtete, wenn die Tiere sich fürchteten.

Das bedeutet jedoch, dass es nicht möglich ist, allein aus dem Verhalten auf die Beanspruchung des Tieres zu schließen. Auch sind häufig eingesetzte Verhaltensparameter, wie z.B. Unruhe, Trippeln oder Schlagen beim Melken nur aussagefähig, wenn gleichzeitig (möglichst mehrere) physiologische Parameter erfasst werden. Entsprechende Quellen zur Thematik sind dementsprechend kritisch zu werten. Ebenso wenig Aussagekraft hinsichtlich der Stressbelastung kann vom Autor dem Merkmal „Koten/Urinieren im Melkstand“ bescheinigt werden. Es konnte im Melkstand kaum Angstkoten /-urinieren beobachtet werden, solange das Tier deutliche Zeichen von Furcht zeigte. Vielmehr koteten / urinierten die Tiere dann ab, wenn sie sich sichtlich entspannten. Das ist nachvollziehbar, wenn man unterstellt, dass bei akut als gefährdend wahrgenommener Situation eine typische Fly-Fight-Reaktion einsetzt, bei der alle nicht für Flucht oder Kampf notwendigen Körperfunktionen auf ein Mindestmaß reduziert werden. Auch Abkoten / Urinieren ist einer Flucht bzw. einem Kampf hinderlich und wird deshalb unterbunden. Die Eignung dieses Merkmales zur Einschätzung der Beanspruchung des Tieres ist somit eingeschränkt.

Interessant sind die Ergebnisse bezüglich des Zusammenhanges zwischen Herzfrequenz und Verhalten. Vergleicht man die mittleren Herzfrequenzen der Verhaltensklassen „entspannt“, „interessiert“, „ängstlich“ und „demütig“ miteinander, so stellt man eine sinkende Tendenz fest (Abschnitt 4.3.4.1, Abbildung 29). In der Literatur und auch in dieser Arbeit wird eine im Mittel niedrigere Herzfrequenz als Zeichen geringerer Beanspruchung im Sinne von „Situation / Reiz ist weniger belastend und damit besser für das Tier“ genutzt (z.B. UMSTÄTTER 2002, STEINHARDT und THIELSCHER 1998, 2000, 2006). Diese Sichtweise können die vorliegenden Ergebnisse dieser Arbeit nicht uneingeschränkt bestätigen, da man sonst annehmen müsste, sich ängstlich / demütig verhaltende Tiere seien weniger stark belastet als entspannte / interessierte Tiere. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass der Parameter Herzfrequenz stark von der motorischen Aktivität beeinflusst wird. Tiere, die auf Belastungen hauptsächlich über Verhalten, also motorisch reagieren können, werden aller Wahrscheinlichkeit eine Erhöhung der Herzfrequenz zeigen. Die Ursache der Erhöhung ist jedoch nicht primär im Grad der Belastung, sondern in der Stärke der Muskeltätigkeit zu suchen. HOFMANN (2001) kam zu ähnlichen Schlüssen. Beim hier angewandten Test waren die Tiere arretiert. Sie konnten auf Stressoren kaum über mit Bewegungen verbundene Verhaltensweisen (Flucht oder Angriff)

reagieren. Unterstellt man die Muskeltätigkeit als primäre Ursache für Herzfrequenzerhöhungen, lassen sich die Ergebnisse bezüglich des Verhaltens erklären: Bei entspanntem und interessierten Verhalten sind die Tiere motorisch aktiv und bewegen sich locker. Die Bewegungshäufigkeit ist viel größer als bei ängstlichen und demütigen Tieren. Insofern ist bei letzteren eine niedrigere Herzfrequenz zu erwarten, als bei ersteren. Zudem wird submissives Verhalten häufig von passiven Copern gezeigt. Bei passiven Copern wurde bei Tupajas in Stresssituationen Bradycardie, d.h. eine (z.T. chronisch) erniedrigte Herzfrequenz nachgewiesen (VON HOLST 1985 und VON HOLST et al. 1983, zit. nach HOFMANN 2001). Die sehr hohen Werte bei der Verhaltensklasse „erstarrt“ stehen nur scheinbar im Widerspruch zu dieser Deutung. Tiere, die „erstarrtes“ Verhalten zeigten, wiesen gleichzeitig eine sehr hohe Atemfrequenz (Hechelatmung) auf. Hohe Atemfrequenzen stellen eine motorische Beanspruchung dar, bedingen aber auch direkt eine Erhöhung der Herzfrequenz. Anhand der vorliegenden Ergebnisse ist somit dem Parameter Herzfrequenz nur bedingt Aussagefähigkeit hinsichtlich der Stärke eines Stressors zu bescheinigen. Nur wenn ein Stressor mit zunehmender Stärke mehr motorische Aktivität (z.B. schnellere Flucht) hervorruft, ist er uneingeschränkt als Parameter zur Einschätzung von Stressoren geeignet.

Obwohl die Ergebnisse des Stresstests statistisch sichere Aussagen für Tiergruppen erlauben, ist es nicht möglich, mit Hilfe der erfassten Einzelparameter eine Voraussage für das Auftreten von MES beim Einzeltier zu treffen. So reagiert z.B. bei einem Tier jeder Parameter unterschiedlich, so dass es bei der Einzelbewertung der Parameter gleichzeitig sowohl stressstabile als auch als stresslabile Reaktionen zeigen kann. Welcher Parameter bei einem Tier vorrangig auf welchen Stressor reagiert, und wie die Parameter untereinander korrelieren, ist tierindividuell. Gemeinsam haben diese Tiere lediglich, dass sie im Falle von vorliegender Stresslabilität auf irgendeine Weise, also mit irgendeinem Parameter, stärker auf Belastungen reagieren, als stressstabile Tiere. Es lässt sich somit feststellen, dass Tiere mit MES bereits vor der Kalbung im Mittel bei allen Parametern stresslabiler sind, als Tiere ohne MES. Eine Diagnostik des Einzeltieres hinsichtlich des MES-Risikos ist anhand der hier erfassten Parameter jedoch nicht möglich. Für eine Einzeltiervorhersage müsste einerseits das Zusammenwirken der erfassten Parameter genauer untersucht und andererseits weitere Parameter auf ihre Aussagekraft hinsichtlich des MES-Risikos getestet werden. Allerdings ist es nicht wahrscheinlich, dass es einen Einzelparameter gibt, dessen ausschließliche Erfassung eine Vorhersage des Auftretens von MES für das Einzeltier ermöglicht.

Literaturverzeichnis

ABENI, F., CALAMARI, L., CALZA, F., SPERONI, M., BERTONI, G., PIRLO, G. (2005): Welfare assessment based on metabolic and endocrine aspects in primiparous cows milked in a parlor or with an automatic milking system, Journal of Dairy Science 88, 3542-3552

ANOCHIN, P.K. (1967): Das funktionelle System als Grundlage der physiologischen Architektur des Verhaltensaktes, Jena

APPLE, J.K.; KEGLEY, E.B., GALLOWAY, D.L., WISTUBA, T.J., RAKES, L.K. (2005): Duration of restraint and isolation stress as a model to study the dark-cutting condition in cattle, Journal of Animal Science 83, 1202-1214

ARAVE, C.W.; MICKELSEN, C.H., LAMB, R.C., SVEJDA, A.J., CANFIELD, R.V. (1977): Effects of dominance rank changes, age and body weight on plasma corticoids of mature dairy cattle, Journal of Dairy Science 60, 244-248

ARBEITSSTÄTTENVERORDNUNG, BGBl I (2004), 2179

ARPE, I. (1996): Zur Milchabgabe von Kühen in Zeiten physiologischer Belastung am Beispiel von post partum-Phase und wiederholter Superovulation, Dissertation, München

BACH, A., IGLESIAS, C., DEVANT, M., RAFOLS, N. (2006): Performance and feeding behaviour of primiparous cows loose housed alone or together with multiparous cows, Journal of Dairy Science 89, 337-342

BAEHR, J. (1983): Verhalten von Milchkühen in Laufställen, Dissertation, Kiel

BALAINÉ, D.S., SINGH, B.; RATHI, S.S. (1975): Studies on drinking behaviour of weaned crossbred calves, Indian Journal of Dairy Science 28, 245-248

BALZER, H.-U., HECHT, K., WALTER, S., JEWGENOW, K. (1988): Dynamics of processes - a possibility to analyse physiological parameters, The Physiologist 31, Suppl., 124-125

BALZER, H.-U., HECHT, K. (1989): Ist Streß noninvasiv zu messen?, Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt- Universität Berlin, R. Medizin, 38, 4 1989, S.456-460

BALZER, H.-U., HECHT, K. (1996): Categorization of different personality Typs with respect to susceptibility to stress and coping skills, 8th International Montreaux Congress on Stress, Abstracts, 1996, p.1

BALZER, H.-U., PIETZKO, A. (2002): Untersuchungen zur Charakterisierung des vegetativ-nervalen Verhaltens von Hunden und der vegetativ-nervalen Wechselwirkung zwischen Hund und Hundeführer mittels noninvasiver Messung von Hautpotentialen, Berliner / Münchner Tierärztliche Wochenschr. 115, 241-246

BALZER, H.- U. (2003): Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur Früherkennung von psycho-physiologischen Funktionsstörungen als Beitrag für den Tier- und Verbraucherschutz, Kurzfassung Forschungsbericht, unveröffentlicht

BEERDA, B., KORNALIJNSLIJPER, J.E., VAN DER WERF, J.T.N., NOORDHUIZEN - STASSEN, E.N., HOPSTER, H. (2004): Effects of milk production capacity and metabolic status on HPA function in early postpartum dairy cows, Journal of Dairy Science 87, 2094-2102

BEHREND, S. (2003): Jeder dritte Melkstand ist zu laut, top agrar 9/2003, R8-R11

BENECKE, C. (2004): Nervale Reaktionen des autonomen Nervensystems bei der Haltung von Kühen, Diplomarbeit, Salzburg

BIERBAUMER (1975): Physiologische Psychologie, Berlin

BOISSY, A., LE NEIDRE, P. (1997): Behavioural, cardiac and cortisol responses to brief peer separation and reunion in cattle, Physiol. Behaviour 61, 693-699

BOUCSEIN, W. (1988): Elektrodermale Aktivität. Grundlagen, Methoden und Anwendungen, Berlin: Springer- Verlag

BROUCEK, J., MIHINA, S., UHRINCAT, M., KISAC, P., HANUS, A., TANČIN, V. (2004): The effect of sire on growth, ambulating in novel environment and maze learning in heifers, Archiv für Tierzucht 47/1, 37-46

BRUCKMAIER, R. M., SCHAMS, D., BLUM, J. W. (1992): Aetiology of disturbed milk ejection in parturient primiparous cows, Journal of Dairy Research 59, 479-489

BRUCKMAIER, R. M. (2000a): Physiologische Grundlagen zur Interpretation von Milchflußkurven in: Melkberatung mit Milchflußkurven, Hrsg: Bayrische Landesanstalt für Tierzucht, Grub, Eigenverlag, S. 9-16

BRUCKMAIER, R. M. (2000b): Neuere Erkenntnisse zur Milchejektion und Milchabgabe beim Rind, Vortrag zur Jahrestagung der WGM, 17./18.1.2003, Haus Düsse

BRUCKMAIER, R. M. (2001): Milk ejection during machine milking in dairy cows, Livestock Production Science 70, 121-124

CANNON, W.B. (1929): Organization of physiological homeostasis, Physiol. Rev. , Baltimore 9, 399-402

COMBELLAS, J., TESORERO, M., GABALDON, L. (2003): Effect of calf stimulation during milking on milk yield and fat content of Bos indicus * Bos taurus cows, Livestock Production Science 79, 227-232

DAS, K.S., DAS, N. (2004): Pre-partum udder massaging as a means for reduction of fear in primiparous cows at milking, Applied Animal Behaviour Science 89, Iss. 1-2, 17-26

DIETL, G., NÜRNBERG, G., REINSCH, N. (2006): A note on quantitative genetic approach for modelling of differentiation tasks, Applied Animal Behaviour Science, in press, April 2006

DOBSON, H., SMITH, R.F. (2000): What is stress and how does it affect reproduction?, Animal Reproduction Science, July 2; 60-61:743-752

DZIDIC, A., MAČUHOVÁ, J., BRUCKMAIER, R.M. (2004): Effects of cleaning duration and water temperature on Oxytocin release and milk removal in an automatic milking system, Journal of Dairy Science 87, 4163-4169

ELY, F., PETERSEN, W. E. (1941): Factors involved in the ejection of milk, Journal of Dairy Science 24, 211

ENGELHARDT, W.v.; BREVES, G. (2000): Physiologie der Haustiere, Enke im Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart

FÆREVIK, G., BAK JENSEN, M., BOE, K.E. (2005): Dairy calves social preferences and the significance of a companion animal during separation from the group, Applied Animal Behaviour Science, in press, April 2006

FRANZ, H. (1999): Methode zur Untersuchung der Lernfähigkeit von Kälbern in Gruppenhaltung und Ergebnisse bei visuellen Differenzierungsaufgaben, Archiv für Tierzucht 42 (3), 241-254

FRANZ, H.; REICHART, H. (1999): Der Feldermonitor - eine neue Möglichkeit der Lernforschung mit Tieren und Ergebnisse bei visuellen Differenzierungsaufgaben von Zwergziegen, Archiv für Tierzucht 42 (5), 481 - 493

GEIDEL, S., HEIDIG, K., GRAFF, K. (2005): Analyse von Auftreten und Ursachen der Milchejektionsstörungen in sächsischen Milchviehbetrieben, Forschungsbericht an die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

GOREWIT, R.C., WACHS, E.A., SAGI, R., MERILL, W.G. (1983): Current concepts on the role of oxytocin in milk ejection, Journal of Dairy Science 66, 2236-2250

GRIGNARD, L. BOISSY, A., BOIVIN, X., GAREL, J.P., LE NEINDRE, P. (2000): The social environment influences the behavioural responses of beef cattle to handling, Applied Animal Behaviour Science, 5 May 2000, vol. 68, iss. 1, pp. 1-11(11)

GUPTA, S., EARLEY, B., TING, S.T.L., CROWE, M.A. (2005): Effect of repeated regrouping and relocation on the physiological, immunological, and hematological variables and performance of steers, Journal of Animal Science 83, 1948-1958

HAGEN, K., LEXER, D., PALME, R., TROXLER, J., WAIBLINGER, S. (2004): Milking of Brown Swiss and Austrian Simmental cows in a herringbone parlour or an automatic milking unit, Applied Animal Behaviour Science 88, Iss. 3-4, 209-225

HECHT, K., BALZER, H. – U. (1999): Chrono-psycho-biologische Regulationsmedizin und ihre Bedeutung für die Katastrophenmedizin in „Stressmanagement, Katastrophenmedizin, Regulationsmedizin, Prävention“ - Beiträge der 1. Berliner Stress-Forschungs-Tage

HEMSWORTH, P.H., COLEMAN, J.L., BARNETT, S., BORG, S., DOWLING, S. (2002): The effects of cognitive behavioral intervention on the attitude and behavior of stockpersons and the behavior and productivity of commercial dairy cows, Journal of Animal Science 80

HEMSWORTH, P. H. (2003): Human-animal interactions in livestock production, Applied Animal Behaviour Science 81, 185-198

HENKE DRENKARD, D.V., GOREWIT, R.C., SCOTT, N.R., SAGI, R. (1985): Milk production, health, behaviour, and endocrine responses of cows exposed to electrical current during milking, Journal of Dairy Science, 68, 2694-2702

HIMMEL, H., BREITENSTEIN, K.-G., FIEDLER, H. (1972): Aufzuchtverhalten von Kälbern der Rasse Deutsches Fleckvieh in Abhängigkeit von Geschlecht, Kalbezeit und Abstammung, Archiv für Tierzucht 15, 325-333

HÖRHOLD, M. (1994): Zur Psychophysiologie der Belastungsregulation, Europäische Hochschulschriften, Reihe VI, Psychologie, Bd. 450, Peter Lang

HOFMANN, R. (2001): Untersuchungen zur intersituationellen Konsistenz individueller Stressreaktionen in Verhalten und physiologischen Parametern bei Milchkühen, Dissertation, Wien

HOPSTER, H., BLOKHUIS, H. J. (1994): Validation of heart-rate monitor for measuring a stress response in dairy cows, Canadian Journal of Animal Science 74, 465-474

HOPSTER, H., O'CONNELL, J.M., BLOKHUIS, H.J. (1995): Acute effects of cow-calf separation on heart rate, plasma cortisol and behaviour in multiparous dairy cows, Applied Animal Behaviour Science, August 1995, vol. 44, iss. 1, pp. 1-8(8)

HOPSTER, H. (1998): Coping strategies in dairy cows, Dissertation, Wageningen

HOPSTER, H., BRUCKMAIER, R.M., VAN DER WERF, J.T., KORTE, S.M., MAČUHOVÁ, J., KORTE - BOUWS, G., VAN REENEN, C.G. (2002): Stress responses during milking; comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows, Journal of Dairy Science 85, 3206-3216

HUZZEY, J.M., DE VRIES, T.J., VALOIS, P., VON KEYSERLINGK, M.A.G. (2006): Stocking density and feed barrier design affect the feeding and sozial behaviour of dairy cattle, Journal of Dairy Science 89, 126-133

INDERWIES, T., PFAFFL, M. W., RIEDL, J., KOSSIS, E., BRUCKMAIER, R.M. (2001): Untersuchungen zum Einfluß des andrenergen Systems auf die Melkbarkeit des Rindes, 18. Milchkonferenz, Berlin, 20./21.9., Abstr. Nr. H10

INDERWIES, T., RIEDL, J., KOSSIS, E., BRUCKMAIER, R.M. (2003): Effects of alpha- and beta- adrenergic rezeptor stimulation and oxytocin receptor blockade on milking characteristics in dairy cows before and after removal of the teat sphincter, Journal of Dairy Research 70, 289-292

JAGO, J.G., KROHN, C.C., MATTHEWS, L.R. (1999): The influence of feeding and handling on the development of the human - animal interactions in young cattle, Applied Animal Behaviour Science, vol. 62, iss. 2, 137-151 (15)

JENSEN, M.B., VESTERGAARD, K. S., KROHN, C.C. (1998): Play behaviour in dairy calves kept in pens: the effect of social contact and space allowance, Applied Animal Behaviour Science, vol. 56, iss. 2, 97-108 (12)

KAUFMANN, C., KÜNDIG, H., BINDER, H., THUN, R. (1996): Messung von Stressparametern bei Nutztieren mittels aktiver Telemetrie, Schweizer Archiv für Tierheilkunde 138 (5), 234-240

KAUKE, M. (2006): Persönliche Mitteilung zur Masterarbeit

KETELAAR - De LAUWERE, C.C., DEVIR, S., METZ, J.H.M. (1996): The influence of social hirarchy on the time budget of cows and their visits to an automatic milking system, Applied Animal Behaviour Science 49, 199-211

KLÖPZIG, U., MIELKE, H., ALBRECHT, S., UECKER, S. (1989): Hirnstromverhalten der Kühe beim Melken mit dem alternierenden Pulsationsfrequenzverfahren im Vergleich zum herkömmlichen Melken, Monatsheft Veterinärmedizin 44, 780-782

KOKORINA, E. P. (1956): Besonderheiten des Milchejektionsreflexes bei Kühen mit verschiedener Beweglichkeit und Ausgeglichenheit der höheren Nervenprozesse, Schriftenreihe der Akademie Nauk

KOKORINA, E. P. (1957): Bestimmung der typologischen Besonderheiten der höheren Nerventätigkeit bei Kühen und deren Zusammenhang mit der Milchproduktivität, in „Fragen zur Physiologie Landwirtschaftlicher Tiere“ 4, 44 – 49 (russische Zeitschrift)

KOKORINA, E. P. (1959): Besonderheiten des Milchejektionsreflexes bei Kühen mit verschiedener Stärke der höheren Nervenprozesse, Schriftenreihe der Akademie Nauk

KOOLHAAS, J. M., KORTE, S.M., DE BOER, S.F., VAN DER VEGT, B.J., VAN REENEN, C.G., HOPSTER, H., DE JONG, I.C., RUIS, M.A.W., BLOKHUIS, H.J. (1999): Coping styles in animals: current status in behaviour and stress-physiology, Neurosci. Biobehav. Rev. 23, 925-935

KRAETZL, W.D., TANČIN, V., BRUCKMAIER, R.M., SCHAMS, D. (1999): Bedeutung von Opioid-Agonisten und -Antagonisten für die zentrale Oxytocinfreisetzung und für die Melkbereitschaft bei der Kuh, 23. Kongress "Aktuelle Forschung", Bad Nauheim, 13.-16.4., 228-235, Hrsg: DVG e.V

KRAETZL, W.D., TANČIN, R.M., SCHAMS, D. (2001a): Inhibition of oxytocin release and milk let-down in postpartum primiparous cows is not abolished by naloxone, Journal of Dairy Research 68, 559-568

KRAETZL, W.D., TANČIN, V., SCHAMS, D., BRUCKMAIER, R.M. (2001b): Naloxone cannot abolish the lack of oxytocin release during unexperienced suckling of dairy cows, Applied Animal Behaviour Science, vol. 72, iss. 3, pp. 247-253 (7)

KROHN, C.C., BOIVIN, X., JAGO, J.G. (2002): The presence of the dam during handling prevents the socialisation of young calves to humans, Applied Animal Behaviour Science 80, 4, 263-275

LANGENSCHIEDTS GROSSWÖRTERBUCH, 7. Auflage (1996)

LAZARUS, R. S. (1966): Stress and coping process, New York

LEFCOURT, A.M., AKERS, R.M., MILLER, R.H., WEINLAND, B. (1985): Effects of Intermittent Electrical Shock on Responses Related to Milk Ejection, Journal of Dairy Science 68, 391-401

LEFCOURT, A.M., KAHL, S., AKERS R.M. (1986): Correlation of indices of stress with intensity of electrical shock for cows, Journal of Dairy Science 69, 833-842

LEFCOURT, A.M., EREZ, B., VARNER, M.A., BARFIELD, R., TASCH, U. (1999): Noninvasive Radiotelemetry System to Monitor Heart Rate for Assessing Stress Responses of Bovine, Journal of Dairy Science 82 (6), 1179-1187

LENSINK, J., VEISSIER, I., BOISSY, A. (2006): Enhancement of performances in learning task in suckler calves after weaning and relocation: Motivational versus cognitive control?, Applied Animal Behaviour Science, in press, April 2006

LEVI, L. (1974): Stress, distress and psychosocial stimuli, , Accupational stress. McLean, A. A. (Ed.),Springfield

LUPOLI, B., JOHANSSON, B., UVNÄS - MOBERG, K., SVENNERSTEN - SJAUNJA, K. (2001): Effect of suckling on the release of oxytocin, prolactin, cortisol, gastrin, cholecystokinin, somatostatin and insulin in dairy cows and their calves, Journal of Dairy Research 68, 175-187

MACHA, J., DVORAK, J., KIMPL, M. (1981): Variabilita, heritabilita a opakovatelnost chovani dojníc, Zivocisna Vyroba 26, 735-741

MAČUHOVÁ, J., BRUCKMAIER, R.M. (2000): Oxytocin release, milk ejection and milk removal in the Leonardo multi-box automatic milking system, EAAP Symposium Robotic Milking, Lelystad, Niederlande, 17.-19.8. Wageningen, 184-185

MAČUHOVÁ, J., TANČIN, V., KRAETZL, W. – D., MEYER, H. H. D., BRUCKMAIER, R.M. (2002): Inhibition of oxytocin release during repeated milking in unfamiliar surroundings: the importance of opionids and adrenal cortex sensitivity, Journal of Dairy Research 69, 63-73

MAČUHOVÁ, J., TANČIN, V., BRUCKMAIER, R.M. (2003): Oxytocin release, milk ejection and milk removal in a multi-box automatic milking system, Livestock Production Science 81, 139-147

MANTEUFFEL, G., PUPPE, B., SCHÖN, P.C. (2004): Vocalization of farm animals as a measure of welfare, Applied Animal Behaviour Science 88, Iss. 1-2, 163-182

McGRATH, J. E. (1970): Social and psychological factors in stress, New York

MELIN, M., HERMANS, G.G.N., PETTERSSON, G., WIKTORSSON, H. (2006): Cow traffic in relation to social rank and motivation of cows in an automatic milking system with control gates and an open waiting area, Applied Animal Behaviour Science .96, Iss.3-4, 201-214

MEYER, H. (2004): Die belastenden Befindlichkeiten der Tiere in: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2003, KTBL-Schrift 431

- MEYER; W. (2005): Schweißdrüsenverteilung beim Rind, persönliche Mitteilung
- MEYER – WAARDEN, K. (1985): Bioelektrische Signale und ihre Ableitverfahren, Schattauer
- MIELKE, H. (1961): Über die höhere Nerventätigkeit landwirtschaftlicher Nutztiere, Wissenschaftliche Zeitschrift der KMU, 10. Jg., Math.-Naturwissenschaftliche Reihe, Heft 4
- MIELKE, H. (1963): Fraktionierte Oxytocinausschüttung und Milchejektion beim laktierenden Rind, Archiv für experimentelle Veterinärmedizin 17 / 1, S. 73-90
- MIELKE, H., BRABANDT, W. (1963): Über die permanente Störung des normalen unbedingten Milchejektionsreflexes beim laktierenden Rind, Teil 1, Monatsheft Veterinärmedizin 18, S. 451-457
- MIELKE, H. (1992): Untersuchungen zur Wirkung des β -Rezeptorenstimulators Isoprenalin auf die Milchdrüsenfunktion des Rindes, Tagungsband zum Kolloquium „Stimulation und Melken“, 5.-7.5.1992, Grimma, S. 32-41
- MÜLLER, R., SCHRADER, L. (2005): Individual consistency of dairy cows' activity in their home pen, Journal of Dairy Science 88, 171-175
- MUNKSGAARD, L., SIMONSEN, H. B. (1996): Behavioral and pituitary adrenal-axis responses of dairy cows to social isolation and deprivation of lying down, Journal of Animal Science 74, 769-778
- MUNKSGAARD, L., JENSEN, M.B., PEDERSEN, L.J., HANSEN, S. W., LINDSAY, M. (2005): Quantifying behavioural priorities - effects of time constraints on behaviour of dairy cows, Applied Animal Behaviour Science 92, 1-2, 3-14
- NEGRAO, J.A., PORCIONATO, M.A., DE PASSILLÉ, A.M., RUSHEN, J. (2004): Cortisol in saliva and plasma of cattle after ACTH administration and milking, Journal of Dairy Science 87, 1713-1718
- NEUHAUS, U. (1956): Die Bedeutung des Oxytocins für die Milchsekretion, Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 43/44, S. 467

NOSAL, D., RUTISHAUSER, R., BILGERY, E., OERTLE, A. (2004): Lärm und Vibrationen als Stressfaktoren beim Melken, FAT-Bericht Nr. 625

NUESCH, A. (1904): Über das sogenannte Aufziehen der Milch bei der Kuh, Dissertation, Zürich

PAJOR, E.A., RUSHEN, J., DE PASSILLÉ, A.M.B. (2000): Aversion learning techniques to evaluate dairy cattle handling practices, Applied Animal Behaviour Science, vol. 69, iss. 2, pp. 89-102 (14)

PFEILSTICKER, H.-U., BRUCKMAIER, R.M., BLUM, J.W. (1995): Interruption of machine milking in dairy cows: Effects of intramammary pressure and milking characteristics, Journal of Dairy Research 62, 559-566

PILLER, C.A.K., STOOKEY, J. M., WATTS, J. M. (1999): Effects of mirror-image exposure on heart rate and movement of isolated heifers, Applied Animal Behaviour Science, vol. 63, iss. 2, pp. 93-102 (10)

PRELLE, I., PHILLIPS, C.J.C., PARANHOS DA COSTA, M. J., VANDENBERGHE, N. C., BROOM, D.M. (2004): Are cows that consistently enter the same side of a two-sided milking parlour more fearful of novel situation or more competitive?, Applied Animal Behaviour Science 87, Iss. 3-4, 193-203

RASCH, HERRENDÖRFER, BOCK, VICTOR, GUIARD (1998): Verfahrensbibliothek, Band 1 und 2, Oldenbourg Verlag München

RAUSSI, S., BOISSY, A., DELVAL, E., PRADEL, P., KAIHILAHTI, J., VEISSIER, I. (2005): Does repeated regrouping alter the social behaviour of heifers?, Applied Animal Behaviour Science 93, 1-2, 1-12

ROUSING, T., WAIBLINGER, S. (2004): Evaluation of on-farm methods for testing the human-animal relationship in dairy herds with cubicle loose housing systems-test-retest and inter-observer reliability and consistency to familiarity of test person, Applied Animal Behaviour Science 85, 215-231

ROUSING, T., IBSEN, B., SORENSEN, J.T. (2005): A note on: On-farm testing of the behavioural response of group-housed calves towards humans; test-retest and inter-observer reliability and effect of familiarity of test person, Applied Animal Behaviour Science 94, Iss. 3-4, 237-243

ROYLE, C., GARNSWORTHY, P.C., Mc ARTHUR, A.J., MEPHAM, T.B. (1992): Effects of frequent milking on heart rate and other physiological variables in dairy cows, Prospects for automatic milking, Proceeding International Symposium EAAP, Publikation No. 65, Wageningen, 237-243

RUSHEN, J. (1996): Using aversion learning techniques to assess the mental state, suffering and welfare of farm, Journal of Animal Science 74, 1990-1995

RUSHEN, J., MUNKSGAARD, L., DE PASSILLÉ, A.M.B., JENSEN, M.B., THODBERG, K. (1998): Location of handling and dairy cows' responses to people, Applied Animal Behaviour Science, vol. 55, iss. 3, pp. 259-267(9)

RUSHEN, J., BOISSY, A., TERLOUW, E.M., DE PASSILLÉ, A.M. (1999): Opioid peptides and behavioural and physiological responses of dairy cows to social isolation in unfamiliar surroundings, Journal of Animal Science 77, 2918-2924

RUSHEN, J., MUNKSGAARD, L., MAMET, P.G., DE PASSILLÉ, A.M. (2001): Human contact and the effects of acute stress on cows at milking, Applied Animal Behaviour Science, vol. 73, iss. 1, pp. 1-14(14)

SAMBRAUS, H. H. (1978): Nutztierethologie, Paul Parey, Berlin / Hamburg

SANDEM, A.I., BRAASTAD, B. O., BOE, K.E. (2002): Eye white may indicate emotional state on a frustration-contentedness axis in dairy cows, Applied Animal Behaviour Science 79, 1-10

SANDEM, A.I., JANCZAK, A. M., BRAASTAD, B. O (2004): A short note on effects of exposure to a novel stimulus (umbrella) on behaviour and percentage of eye-white in cows Applied Animal Behaviour Science 89, Iss. 3-4, 309-314

SANDEM, A.I., BRAASTAD, B. O. (2005): Effects of cow-calf separation on visible eye white and behaviour in dairy cows - A brief report, Applied Animal Behaviour Science .95, Iss.3-4, 233-239

SANDEM, A.I., JANCZAK, A. M., BRAASTAD, B. O. (2006a): The use of diazepam as a pharmacological validation of eye white as an indicator of emotional state in dairy cows, Applied Animal Behaviour Science 96, Iss.3-4, 177-183

SANDEM, A.I., BRAASTAD, B. O., BAKKEN, M. (2006b): Behaviour and percentage eye-white in cows waiting to be fed concentrate- A brief report, Applied Animal Behaviour Science 97, Iss.2-4, 145-151

SCHEUCH, K., SCHREINICKE, G. (1989): Stress - Gedanken, Theorien, Probleme, VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin

SCHRADER, L., MEIER, S., BLANK, C., FÜGER, D. (2000): Persönlichkeit und Stress bei Milchkühen, Informationsblatt Nutztierhaltung der Internationalen Gesellschaft für Nutztierhaltung

SCHULZ, J., PETZOLD, M. (2000): Störung des Milchejektionsreflexes bei Färsen, Großtierpraxis 1/11, 14-20

SELYE, H. (1936): A syndrome produced by diverse nocuous agents, Nature, 138, 32

SIMONOV, P. V. (1975): Widerspiegelungstheorie und Psychophysiologie der Emotionen, Volk und Gesundheit, Berlin

SINZ, R. (1980): Koordinationsanalyse der Neurose: Kopplungsgrad und Regelgüte als Indikatoren der komplexen pathopsychophysiologischen neurotischen Manifestation, in: Chronopsychophysiologie, Akademie-Verlag Berlin

STEINHARDT, M., THIELSCHER, H. H. (1998): Reaktionen junger Milchrindkälber und junger Saugkälber der Mutterkuhhaltung auf Transport mit Straßenfahrzeugen - Effekte durch Alter und Haltungsbedingungen, Deutsche Tierärztliche Wochenschr. 105, 17-24

STEINHARDT, M., THIELSCHER, H. H. (2000): Reaktionen von Milchrindkälbern im Alter von 60 Lebenstagen auf Transport mit Straßenfahrzeugen, Deutsche Tierärztliche Wochenschrift London 59-65

STEINHARDT, M., THIELSCHER, H. H. (2006): Effekte eines Transportes auf monozygote Zwillingskälber in zwei Haltungsvarianten, Tierärztliche Umschau 61, 132-141

STELWAGEN, K., HOPSTER, H., VAN DER WERF, J.T., BLOKHUIS, H.J. (2000): Short communication: Effects of isolation stress on mammary tight junctions in lactating dairy cows, Journal of Dairy Science 83, 48-51

STÜCK, M. (1998): Entspannungstraining mit Yogaelementen in der Schule, Auer Verlag GmbH

TAKEDA, K., SATO, S., SUGAWARA, K. (2003): Familiarity and group size affect emotional stress in Japanese Black heifers, Applied Animal Behaviour Science 82, 1, 1-11

TANČIN, V., SCHAMS, D., KRAETZL, W.-D. (2000): Cortisol and ACTH release in dairy cows in response to machine milking after pretreatment with morphine and nalaxone, Journal of Dairy Research 67, 467-474

TANČIN, V., SCHAMS, D., KRAETZL, W.-D., MAČUHOVÁ, J., BRUCKMAIER, R. M. (2001a): The effects of conditioning to suckling, milking and of calf presence on the release of oxytocin in dairy cows, Applied Animal Behaviour Science, vol. 72, iss. 3, pp. 235-246 (12)

TANČIN, V., SCHAMS, D., KRAETZL, W.-D., MAČUHOVÁ, J., BRUCKMAIER, R. M. (2001b): Release of oxytocin, prolactin and cortisol in response to extraordinary suckling, Vet. Med.- Czech 46 (2), 41-45

THÜMLER, A. (2003): Analyse von Milchejektionsstörungen bei Färsen der Rasse Deutsche Holstein in Praxisbetrieben, Diplomarbeit, HTW Dresden

TRÖGER, F. (1978): Der Milchejektionsreflex der Kuh, Habilitationsschrift, Universität Leipzig

TRÖGER, F., DELLING, U. (2002): Milchblockade bei Färsen - Ein Problem?, Milchpraxis 40 (4), 166-171

TRÖGER, F., GEIDEL, S., DELLING, U., THÜMLER, A. (2004): Milchblockade bei Färsen: Was können Sie tun?, top agrar 5/2004, S.R12-R15

UMSTÄTTER, C. (2002): Tier-Technik-Beziehung bei der automatischen Milchgewinnung, Dissertation, Humboldt-Universität Berlin

UNSHELM, J., ANDREAE, U., SMIDT, D. (1982): Biochemische Parameter im Rahmen tierschutz- und nutzungsbezogener Untersuchungen beim Rind, Fortschrittliche Veterinärmedizin 35, 220-5

WAIBLINGER, S., MENKE, C., FÖLSCH, D.W. (2003): Influences on the avoidance and approach behaviour of dairy cows towards humans on 35 farms, Applied Animal Behaviour Science 84, 23-39

WEISS, D., DZIDIC, A., BRUCKMAIER, R. M. (2003): Effect of stimulation intensity on oxytocin release before, during and after machine milking, Journal of Dairy Research 70, 349-354

WEISS, D., HELMREICH, S., MÖSTL, E., DZIDIC, A., BRUCKMAIER, R. M. (2004): Coping capacity of dairy cows during the change from conventional to automatic milking, Journal of Animal Science 82, 563-570

WEISS, D., BRUCKMAIER, R.M. (2005): Optimization of individual prestimulation in dairy cows, Journal of Dairy Science 88, 137-147

WELLNITZ, O., BRUCKMAIER, R.M., ALBRECHT, C., BLUM, J. (1999): Atosiban, an oxytocin receptor blocking agent: Pharmacokinetics and inhibition of milk ejection in dairy cows, Journal of Dairy Research 66, 1-8

WELLNITZ, O., BRUCKMAIER, R.M. (2001): Central and peripheral inhibition of milk ejection, Livestock Production Science 70, 135-140

WELP, T., RUSHEN, J., KRAMER, D.L., FESTA - BIANCHET, M., DE PASSILLÉ, A.M.B. (2004): Vigilance as a measure of fear in dairy cattle, Applied Animal Behaviour Science 87, Iss. 1-2, 1-13

WENZEL, C. (1999): Untersuchungen zum Verhalten und zur Belastung von Milchrindern beim Melken in einem Automatischen Melksystem, Dissertation, München

WREDLE, E., MUNKSGAARD, L., SPÖRNDLY, E. (2006): Training cows to approach the milking response to acoustic signals in an automatic milking systems during the grazing season, Applied Animal Behaviour Science, in press, April 2006

YAGI, Y., SHIONO, H., CHIKAYAMA, Y., OHNUMA, A., NAKAMURA, I., YAY, K. (2004):
Transport stress increases somatic cell counts in milk and enhances the migration capacity of
peripheral blood neutrophils of dairy cows, Journal of Vet. Med. Science 66, 381-387

Abkürzungsverzeichnis / Glossar

μV	Mikrovolt
a.p.	ante partum
ACTH	Adrenocorticotrophes Hormon, steuert die Cortisolsynthese und –sekretion
AMS	Automatisches Melksystem
Angst	eine leidgetönte, polyvalente, konfliktbeladene Stimmung, die aus einer unbestimmten Bedrohung resultiert, es liegt keine akut bedrohliche Situation vor (MEYER 2004)
Artefakt	durch menschliche oder technische Einwirkung entstandenes Phänomen, in Abgrenzung zu dem unbeeinflussten bzw. natürlichen Phänomen; hier z.B. durch zu lockeren Messgurt verursachte starke Abweichungen der Messwerte, die durch rutschende Sonden entstehen
Beanspruchung	siehe unter „Stress“
Belastung	siehe unter „Stressor“
BSE	Bovine Spongiforme Enzephalopathie
coping	englisch: etwas bewältigen, Fachwort für den Umgang mit Belastungen
dB	Dezibel
Dominanzindex	Anzahl der unterlegenen Herdenmitglieder / Gesamtzahl der geklärten Rangverhältnisse eines Tieres (SAMBRAUS 1978)
EDA	Elektrodermale Aktivität = elektrische Phänomene der Haut, die durch zelluläre Prozesse entstehen; dazu gehören Hautpotential, Hautwiderstand und Elektromyogramm
EEG	Elektroenzephalogramm = Hirnspannungskurve
EKA	Erstkalbealter
EKG	Elektrokardiogramm = Herzspannungskurve
EMG	Elektromyogramm (Messung des elektrischen Ladungszustands der Muskulatur)
EMGNiv	Regelgüteniveau des Elektromyogramm
ESZP	Einstallungszeitpunkt
FGM	Fischgrätenmelkstand

FM	Frischmelker
FP	Fressplatz
Furcht	auf ein bestimmtes Objekt bezogenes oder aus einer bestimmten Konflikt-situation resultierendes Gefühl des Bedrohtseins, Individuum reagiert auf konkrete, als bedrohlich empfundene Situation (MEYER 2004)
Habituation	elementarste Form des Lernens (Anpassung an einen Reiz), Reaktionen nehmen bei Reizwiederholung ab (BOUCSEIN 1988)
Heritabilität	Erblichkeitsgrad = Anteil der genetisch fixierten Varianz an der Gesamtvarianz (= 1,00) eines Merkmales
HF	Herzfrequenz (Anzahl Schläge / Minute)
HP	Hautpotential = elektrischer Ladungszustand der Haut
HPA-Achse	Hypothalamus – Hypophysen – Nebennierenrinden – System; komplexes Regulationssystem des Organismus, wobei die beteiligten Organe nerval und humoral miteinander „kommunizieren“ und aufeinander einwirken; unter anderem verantwortlich für die Regelung der Bildung und Ausschüttung von Adrenalin / Noradrenalin, Cortisol
HPNiv	Regelgüteniveau des Hautpotentials
HW	Hautwiderstand = elektrischer Widerstand der Haut
HWNiv	Regelgüteniveau des Hautwiderstandes
Hz	Hertz (Perioden / Sekunde)
IE	Internationale Einheit = Menge einer wirksamen Substanz, die eine definierte Wirkung besitzt; wird von der World Health Organization festgelegt
incl.	inclusive
KbK	Verbleibedauer des Kalbes bei der Kuh
KD	Kalbedauer
kg	Kilogramm
KMA	Kannenmelkanlage
kognitiv	mit Denkprozessen verbunden Kognition = zur Verhaltenssteuerung ausgeführte Informationsumgestaltung
Konditionierung	Erlernen von Reiz -Reaktions-Mustern
kPa	Kilopascal

KV	Kalbeverlauf
LB	Liegebox
m	Meter
m/s ²	Meter / Sekunde zum Quadrat
mA	Milliampere
MED	Gabe oxytocinhaltiger Medikamente zur Geburtserleichterung
MES	Milchejektionsstörung, Milchejektionsstörungen
MESMelkung negativ	Tier weist zu dieser konkreten Melkung keine Milchejektionsstörung auf
MESMelkung positiv	Tier weist zu dieser konkreten Melkung eine Milchejektionsstörung auf
MES-Rate	Prozentualer Anteil der Färsen mit Milchejektionsstörung bezogen auf die Gesamtzahl abkalbender Färsen in einem Zeitabschnitt
MESTier negativ	Tier, das zu keiner der erfassten Melkungen eine Milchejektionsstörung aufweist
MESTier positiv	Tier, das mindestens zu einer der erfassten Melkungen eine Milchejektionsstörung aufweist
min	Minute
ml	Milliliter
MLP	Milchleistungsprüfung
Mobbing	englisch: mobbing => Gesindel, Meute; to mob => anpöbeln, angreifen; heute psychologischer Fachbegriff, benutzt als Begriff für das Schikanieren von Individuen in sozialen Gruppen
Motivation	Handlungsbereitschaft, innerer Antrieb
mV	Millivolt
p.p.	post partum
pg	Pikogramm
PS	Puerperalstörung
PSR	Periodensystem der Regelzustände
Reliabilität	Zuverlässigkeit im Sinne von Wiederholbarkeit

RMA	Rohrmelkanlage
SCS	Somatic Zellscore = logarithmierte Zellzahl der Milch
sek	Sekunde
Stress	zeitweilige oder permanente Veränderung der psychobiologischen Homöostase (HECHT und BALZER 1999) = Reaktion des Individuums auf einen Reiz - synonym: Beanspruchung
Stressor	exogener oder endogener Reiz, der Stress verursacht - synonym: Belastung
Stresssensibilität	individuelle Anfälligkeit gegenüber Stress, wobei bereits bei normaler Belastung Risikoreaktionen und hohe Abweichungen bei Einzelparametern auftreten (SCHEUCH und SCHREINICKE 1989) = Gegenteil von Stresstabilität
Stresstabilität	Gegenteil von Stresssensibilität
TDM	Tandemmelkstand
T-maze-Test	Verhaltenstest, bei dem einem Probanden räumlich zwei Wahlmöglichkeiten zur Verfügung stehen (T-förmige Versuchsanordnung)
Totgeburtenrate	prozentualer Anteil der Totgeburten an den gesamt geborenen Kälbern in einem Zeitraum
Tupajas	Spitzhörnchen
Validität	Belastbarkeit einer (wissenschaftlichen) Aussage
VWH	Vorwartehof
WZ	Wartezeit von der Kalbung bis zur ersten Melkung

Anhang

Anhang A: Herdencharakteristik, Haltungsbedingungen und Gruppenmanagement in den Untersuchungsbetrieben im peripartalen Zeitraum

Tabelle A 1: Herdencharakteristik

		Betrieb								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Herdengröße	Anzahl Tiere ab 1. Laktation	610	370	440*	814	450	284	300	350	970
Mittlere 305-Tage-Leistung	hochgerechnete Milchmenge der aktuellen Laktationen in kg	9900	9600	7800	9150	9000	8900	8000	8400	9150
MES-Rate	%	18,0	38,4	2,9	2,7	2,0	13,4	20,8	6,8	3,1
Behornung		nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein

* Tiere stehen an einem Standort, aber verteilt auf zwei Stallhüllen mit sehr unterschiedlichen Haltungsbedingungen

Tabelle A 2: Haltungsbedingungen im Vorabkalbebereich

	Betrieb								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Einstellung a.p.	2-3 Wochen	2-3 Wochen	2-3 Wochen	≥ 2 Wochen	≥ 3 Wochen	4 Wochen	2-3 Wochen	3-4 Wochen	10 Tage
Kühe und Färsen	zusammen	getrennt	zusammen	zusammen	zusammen	zusammen	zusammen	zusammen	zusammen
Tiere / Gruppe	max. 15	max. 30	nach Bedarf	nach Bedarf	max. LB-Zahl	nach Bedarf	nach Bedarf	nach Bedarf	nach Bedarf
Aufstallungsform	Gruppen- laufbox auf Stroh	Liegeboxen- laufstall, Spaltenboden	1. Liegeboxenlaufstall auf Spaltenboden 2. Liegeboxenlaufstall auf Stroh	Gruppenlauf- box, Stroh (z.T Anbinde- haltung)	Liegeboxenlauf- stall, Stroh	Gruppen- laufbox auf Stroh	Gruppen- laufbox auf Stroh	Anbinde- haltung auf Stroh	Gruppenlauf- box auf Stroh separater Fressbereich
Platzangebot	6 x 13 m	44 LB (Wand- und Doppelreihe), Fressgang 2,65m, Laufgang 2,10m	1. LB in Doppelreihe, voll belegt, Fressgang 3,10 m , Laufgang 2,25 m 2. Fressliegeboxen, unterbelegt Laufgang 2,25m	33 x 7 m	29 / 58 Fressliegeboxen, 1,80m Gangbreite 1,80 / 2,00m	30 x 7 m	14 x 15 m	-	8 x 11 m
Liegebox	-	Hochliegebox, 1,10 x 1,95 m, ¾ Gummimatte, Nackenrohr 0,95m hoch, Kopfrohr	1.Hochliegebox, 1,20 x 1,85 m, Gummimatte, Nackenrohr 1,02 m 2.Hochliegebox, 1,05 x 1,85 m, Stroh, Nackenrohr 1,10 m	-	Tiefliegebox, 1,05 x 1,60 m, viel Kopfraum (Tiere liegen gut)	-	-	Standplatz 1,25x1,95m => zu eng	-
Fluchtmöglichkeit	gut	gering	1. gering/2. gut	gut	gering	gut	gut	-	gut
Fressplatzangebot	8 FP	genutzte Troglänge 7,70 m	1. Tier : FP = 2:1 2. Tier : FP = 1:1	Tier: FP = 1 : 1	Tier : FP = 1:1	Troglänge 30 m	Troglänge 11 m	Tier : FP = 1:1	Tier : FP = 1:1 (zeitl. begrenzt)
Tränken	1 Trogtränke	2 Trogtränken	1. 1 Tränke / 2 FP 2. zwei Tränken in Durchgang	1 Trogtränke	1 Tränke / 2 Tiere	1 Trogtränke	1 Tränke	1 Tränke / 2 Tiere	1 Trogtränke

Tabelle A 3: Haltungsbedingungen im Abkalbebereich

	Betrieb								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Einstellung a.p.	Abkalbun- gen finden im Vorabkal- bebereich statt	während der Kalbung	1.während der Kalbung	während der Kalbung	während der Kalbung	während der Kalbung	Abkalbun- gen finden im Vorabkalbe- bereich statt	5-6 Tage a.p.	Abkalbun-gen finden im Vorabkalbe- bereich statt
Aufstallungsform			2. sofort nach Abkalbung					Gruppenabkal- bebox, Stroh	
Kühe und Färsen								getrennt	
Tiere / Gruppe								nach Bedarf	
Platzangebot								>10 x 3 m	
Tier : Fressplatz								1:1	
Tränken								> 1 /Tier	
			Einzelabkal- bebox, Stroh	Einzelabkal- bebox, Stroh	Gruppenabkal- bebox, Stroh	Gruppenabkal- bebox, Stroh			
		-	- / zusammen	-	zusammen	zusammen			
		1	1 / bis 3	1	2	nach Bedarf			
		5,80 x 4,50 m	5x6 m/ 6x7 m	4 x 10 m	6,45 x 3,20 m	12 x 3 m			
		1:1	1:1	1:1	1:1	1:1			
		1	1	1	2	1			

Tabelle A 4: Haltungsbedingungen im Frischmelkerbereich

	Betrieb								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Einstellung p.p.	nach Trocken- lecken Kalb	nach Trocken- lecken Kalb	2 –3 Tage p.p.	nach Trocken- lecken Kalb	während gesamtem	vor 3. Melkung	vor 1. Melkung	vor 1. Melkung	= Vorabkalbe- bereich (bis 3 Tage p.p.)
Aufstallungsform	= Vorabkalbe- bereich	Liegeboxen- laufstall, Spaltenboden zusammen zeitweise > 30 30 LB (einreihig) Fressgangbreite 2,65 m wie im Vorabkalbe- bereich keine genutzte Troglänge 10 m 1 Trogränke	= Vorabkal- bebereich	Anbinde- haltung zusammen	Kolostral- milchzeit- raum in Abkalbebox	Liegeboxenlaufstall, Spaltenboden, zusammen max. LB-Zahl 14 LB (einreihig), Fressgangbreite 2,20 m 1,90 x 1,13 m, Gummimatte, gering 6 m Troglänge (Tier : FP = ca. 2 : 1) Trogränke	Liegeboxen- laufstall (Queraufstallung), Spaltenboden zusammen max LB-Zahl 14 LB, Fressgangbreite 2,60 Hochbox, 1,15 x 2,00 m, Gummimatte keine 7 Fressplätze /Fressgitter) 1 Trogränke	= Vorabkalbe- bereich	
Kühe und Färsen				-					
Tiere / Gruppe				-					
Platzangebot				Standplatz 1,00 x 1,90 m					
Liegebox				1:1					
Fluchtmöglichkeit				1 Tränke / 2 Tiere					
Fressplatzangebot									
Tränken									

Tabelle A 5: Zutrieb/ Abtrieb beim Einmelken

	Betrieb								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Triebweg	problemlos	glatt, enge Kurven (bis 360°), ungünstig platziertes Klauenbad, hohe Verletzungsgefahr	glatt (Fliesen)	-	-	starkes Gefälle, enge Kurven	-	-	-
Vorwartehof	-	glatt	-	-	-	problemlos	-	-	-
Treibeeinrichtung	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eintrieb in Melkstand	in Fressgitter einsortieren	schwierig, weil Fluchtmöglichkeiten	problemlos	-	-	problemlos	-	-	in Fressgitter einsortieren (gleichzeitig Fütterung)

Tabelle A 6: Melkstand für das Einmelken

	Betrieb								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Typ Melkstand	Rohrmelk-anlage mit Easyline	Fischgräten-melkstand 2x2x6	1 Tandem 1 Fischgräten-melkstand	Kannenmelkanlage	Kannen-melk-anlage	Kannenmelk-anlage / ab 3. Melkung Fischgrätenmelk-stand (2x7)	Rohr-melk-anlage	Rohr-melk-anlage	Rohr-melk-anlage
Hersteller	DeLaval	DeLaval	Westfalia	Eigenbau	Westfalia	-/Impulsa	Westfalia	DeLaval	Westfalia
Baujahr	1994	1996	1992 / 1994	2004	-	-/1996	1996	-	2000
Melker / Schicht	1-3	1-3	1,5	1	1	1,5	1	1	1
Besonderheiten	laute Ratter-geräusche durch Easyline	ungünstige Kopfbügel, Abtrieb direkt vor melkenden Tieren (kopfseitig) => kein Kopffreiraum => Rangkämpfe beim Melken	starkes Abkoten der Tiere vor Betreten der Melkstände	sehr geringe Vakuumhöhe und -stabilität infolge unfachmännischer Leitungsmontage	-	-	-	-	-

Auf eine Beschreibung der technischen Ausstattung der Melkstände ist verzichtet worden, weil sie beim Einmelken während der meisten Melkungen nicht genutzt wird.

Anhang B: Vorlage zum Protokollieren der Abkalbung

Tabelle B 1: Formular

Angaben zu allen abgekalbten Färsen der Herde

Stall-Nr. und Ohr- Nr. (10stellig)	Abkalbung	Geburtsvorgang				Kalb bei Färsen				
		Schwere	Medikamenten- einsatz	Dauer	Betreut von	nicht	< 1 Tag	> 1 Tag		
	Datum Zeit	Schlüssel	Art/ Menge	Std.	Name		Std.	Tage	Schlüssel	Schlüssel

Tabelle B 2: Schlüssel zum Formular zur Erfassung der Abkalbung

Da die beim Protokollieren genutzten Klassen nicht in jedem Fall den bei den Berechnungen genutzten Klassen entsprechen, sind hier zum besseren Verständnis beide Klassifizierungen dargestellt.

Beschreibung	Klasseneinteilung	
	Protokoll	Rechnung
Einstellung in Abkalbebereich		
während der Geburt	0	1
am Abkalbetag	1	2
bis 3 Tage a.p.	2	3
mehr als 3 Tage a.p.	3	4
unbekannt	-	0
Geburtsvorgang - Schwere der Geburt		
ohne Hilfe	0	1
1 Helfer ohne mechanischen Geburtshelfer	1	} 2
1 Helfer mit mechanischem Geburtshelfer	2	
zwei und mehr Helfer	3	} 3
tierärztliche Hilfe, ohne Operation	4	
tierärztliche Hilfe mit Operation	5	
unbekannt	-	0
aufgetretene Krankheiten der Färse		
keine	0	1
sehr starkes Euterödem	1	} 2
Mastitis – klinisch, mit Behandlungsbedarf	2	
fiebrige Allgemeinerkrankungen	3	
Euter-Schenkelhaut-Ekzem	4	
unbekannt	-	0
Nachgeburtsverhalten		
Nachgeburtsabgang selbständig innerhalb 6 Stunden p.p.	0	nicht in die Berechnung einbezogen, da zu geringe Datengrundlage
Nachgeburtsabgang selbständig innerhalb 12 Stunden p.p.	1	
Nachgeburtsabgang nach hormoneller Behandlung	2	

Anhang C: Vorlage zum Protokollieren des Einmelkens

Tabelle C 1: Formular zur Erfassung des Einmelkens

Stall-Nr.	Nr. der Melkung	wann	wo	wer melkt	Melkziel	ermolkene Milch	Euter danach 1		Behandlung	wer behandelt	dadurch ermolkene Milch	Euter danach 2	
		Tag Uhrzeit					voll	leer				voll	leer
	1				leer O -----1	-----1					-----1		
	2				leer O -----1	-----1					-----1		
	3				leer O -----1	-----1					-----1		
	4				leer O -----1	-----1					-----1		

Tabelle C 2: Erklärungen zum Formular zur Erfassung des Einmelkens

Stall-Nr.	= Nummer des zu melkenden Tieres
Wann	= an welchem Tag und zu welcher Uhrzeit (ungefähr) erfolgt die Melkung
Wo	= erfolgt die Melkung in <ul style="list-style-type: none"> - Abkalbebox (Handmelkung) - Abkalbebox (Melkmaschine) - Rohrmelkanlage - Melkstand
Wer melkt	= der /die ausführende/n Melker
Melkziel	- soll das Euter leergemolken werden => "leer" ankreuzen - soll nur eine bestimmte Menge Milch ermolken werden => (ungefähre) Angabe der erwünschten Menge in Litern
ermolkene Milch	= wieviel Liter Milch wurden bei normaler Stimulation des Euters tatsächlich ermolken
Euter danach 1	= subjektive Einschätzung des Melkers, ob das Euter nach der Melkung mit normaler Stimulation voll oder leer ist
Behandlung	= was wird getan, wenn sich das Euter nicht wie erwünscht leermelken lässt
Wer behandelt	= wer führt die Behandlung durch Wenn mehrere Personen helfen, unbedingt alle Namen angeben!
dadurch ermolkene Milch	= die (ungefähre) Milchmenge in Litern, die nach der Behandlung ermolken wird
Euter danach 2	= subjektive Einschätzung des Melkers, ob das Euter nach der Melkung mit Behandlung voll oder leer ist

Anhang D: Vorlage zum Protokollieren des Stresstests

Kuh:.....Datum:..... Betrieb:.....

Fluchtdistanz:.....

Verhalten:

1 entspannt O 2 interessiert O 3 ängstlich O 4 demütig O 5 erstarrt O 6 panisch O 7 aggressiv O

Schärfe Widerrist.....

5 = scharf, 1 = rund

Feinheit Kopf / Hals.....

5 = fein, 1 = bullig

Rippenbögen.....

5 = schräg / weit, 1 = senkrecht / eng

Verhalten Beginn Gurten.....

Verhalten

Ende

Gurten.....

Beginn Test.....

Verhalten

Präphase.....

Handreiz 1.....

Verhalten

2.....

3.....

4.....

5.....

6.....

Metallreiz 1.....

Verhalten

2.....

3.....

4.....

5.....

6.....

Blitzreiz 1.....

Verhalten

2.....

3.....

Verhalten Postphase.....

Ende.....

Body Condition Score:.....

Rückenfettdicke:.....

Anhang E: Vorlage zum Protokollieren des Einmelkens

Tier Datum..... Melkzeit..... Betrieb.....

[illegible]

1 entspannt O 2 interessiert O 3 ängstlich O 4 demütig O 5 erstarrt O 6 panisch O 7 aggressiv O

Anhang F: Test auf Wiederholbarkeit und Aussagefähigkeit der Messungen

Es lagen zu Versuchsbeginn nur für den Parameter Herzfrequenz belastbare Literaturangaben zur Verlässlichkeit und Aussagekraft der Messergebnisse an Kühen vor. Die elektrodermalen Parameter Elektromyogramm, Hautpotential und Hautwiderstand sind zwar für den Einsatz am Menschen getestet worden, bei Kühen jedoch erst einmal zum Einsatz gekommen (BALZER 2003). Auch die Bearbeitung der Rohdaten nach der Methode von BALZER und HECHT (1989) ist nur für den Menschen evaluiert. Für die Kuh liegen somit weder verlässliche Aussagen über den optimalen Messpunkt und die Vergleichbarkeit verschiedener Messstellen, noch über die intraindividuelle Konsistenz der Messergebnisse bei wiederholter Messung vor.

Einfluss der Messstelle

Es wurde zunächst getestet, inwieweit die Messstelle das Ergebnis beeinflusst. Dazu wurden während des Stresstests (Beschreibung des Tests siehe Abschnitt 4.3.2) zwei Sonden genutzt, wobei eine an der linken und eine an der rechten Herzgrube zu liegen kam. Die Sonden zeichneten parallel zueinander Messdaten auf.

Für den Parameter Herzfrequenz konnten zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden. Die Werte einer fünfminütigen Dauermessung korrelierten zwischen der linken und rechten Sonde mit $r = 0,88$ (Abbildung F 1).

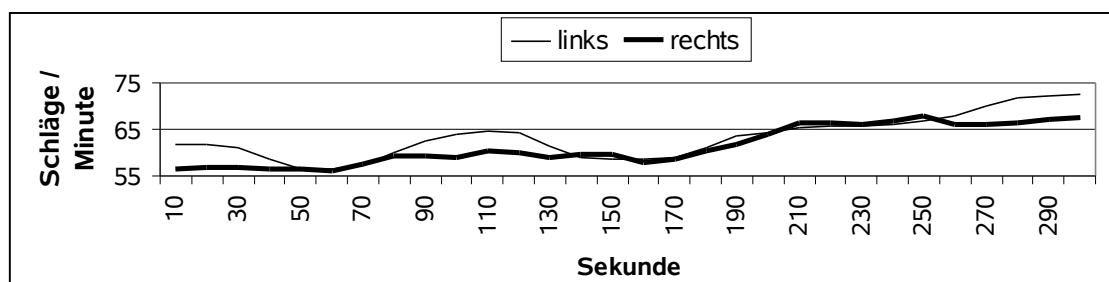


Abbildung F 1: Messwerte der Herzfrequenzsonden (Schlägen pro Minute)

Die Messreihen der beidseitig gemessenen elektrodermalen Parameter korrelierten weder für die Originalwerte noch die errechneten Regelgütewerte (Tabelle F/1).

Tabelle F 1: Korrelationskoeffizienten der links und rechts erhobenen Messreihen der elektrodermalen Parameter

	Elektromyogramm		Hautpotential	
	Tier 1	Tier 2	Tier 1	Tier 2
Originalwerte	-0,04	-0,00	-0,26	-0,12
Regelgütewerte	-0,00	-0,01	0,24	0,20

Der Parameter Hautwiderstand konnte nicht geprüft werden, weil bei allen Testmessungen jeweils eine der Sonden ausfiel. Man kann aber davon ausgehen, dass er ähnlich reagiert wie Hautpotential oder EMG. Dieses Ergebnis wird möglicherweise dadurch verursacht, dass die elektrodermalen Parameter sprunghaft ihre Werte ändern, wobei vor allem die Regelgüte

Sprünge über mehrere Niveaustufen hinweg vollzieht. Die Wertänderungen erfolgen nicht absolut zeitgleich an beiden Messstellen. Deshalb wurde geprüft, ob die Messergebnisse der zwei Messstellen zu unterschiedlichen Aussagen führen. Dazu wurde anhand des Kurvenverlaufes von 20 Tieren subjektiv die Qualität der nervalen Reaktion während des Tests eingeschätzt. Die Ergebnisse sind in Tabelle F/2 dargestellt.

Tabelle F 2: Subjektive Einschätzung der Qualität der nervalen Reaktion – Vergleichbarkeit verschiedener Messstellen

Tier	Elektro-myogramm		Hautpotential		Tier	Elektro-myogramm		Hautpotential	
	links	rechts	links	rechts		links	rechts	links	rechts
8476	schlecht	mittel	gut	mittel	21223	mittel	gut	mittel	schlecht
8369	gut	schlecht	mittel	gut	21354	mittel	schlecht	mittel	mittel
8434	mittel	mittel	mittel	gut	21383	schlecht	schlecht	mittel	gut
8365	mittel	mittel	mittel	gut	21394	mittel	mittel	mittel	gut
8378	mittel	mittel	gut	gut	21221	schlecht	mittel	gut	gut
2130	mittel	mittel	mittel	schlecht	21363	schlecht	schlecht	mittel	mittel
0									
2129	mittel	schlecht	gut	mittel	21360	schlecht	schlecht	schlecht	gut
5									
2137	mittel	schlecht	mittel	mittel	21382	mittel	schlecht	mittel	mittel
7									
2137	schlecht	mittel	mittel	mittel	21334	mittel	mittel	mittel	gut
8									
2123	mittel	gut	mittel	mittel	21224	mittel	mittel	schlecht	mittel
4									

Die Ergebnisse des Elektromyogramms stimmten in 50 % der Fälle, die des Hautpotentials nur in 40 % überein.

Somit muss festgestellt werden, dass der Messpunkt das Ergebnis der elektrodermalen Messungen beeinflusst. Dieser Umstand ist aus dem Humanbereich bekannt. Für den Menschen wurden experimentell die Messpunkte mit dem höchsten psychologischen Aussagewert ermittelt. Hierbei handelt es sich beim Hautpotential und Hautwiderstand vor allem um die Fuß- und Handinnenflächen, da dort verstärkt emotionales Schwitzen auftritt (BOUCSEIN (1988)). Beim EMG hängt der Messpunkt beim Menschen vom Ziel der Untersuchung ab. Soll die Funktionsfähigkeit bestimmter Muskelgruppen geprüft werden (z.B. nach Verletzungen oder Lähmungen), wird die Sonde direkt über der fraglichen Muskelfaser platziert. Zur Untersuchung

psychologisch bedingter muskulärer Reaktionen wird oft die Gesichtsmuskulatur genutzt, da die Mimik emotionale Zustände widerspiegelt. Auch Unterschiede zwischen den Körperseiten, je nachdem, ob Rechts- oder Linkshändigkeit vorliegt, sind nachgewiesen (BOUCSEIN 1988).

Für die Kuh gibt es nur ungenaue Erkenntnisse zur Verteilung der Schweißdrüsen und deren Reaktion auf stressbedingte nervale Reize. Zudem verfügen Rinder nicht über eine ausgeprägte

Mimik. Somit kann keines der im Humanbereich evaluierten Verfahren einfach auf sie übertragen werden. Eine Aussage über den optimalen Messpunkt bei der Kuh kann somit für keinen elektrodermalen Parameter getroffen werden. Hierfür sind weiterführende Untersuchungen zur Absicherung der Methode nötig, die aber im Rahmen dieser Untersuchung nicht geleistet werden können. Wichtig ist jedoch, dass für alle Tiere exakt der selbe Messpunkt eingehalten werden muss, um durch den Messpunkt verursachte Fehler gering zu halten.

Interindividuelle Konsistenz der Messergebnisse bei wiederholter Messung (Reliabilität)

Dieser Aspekt der erhobenen Parameter ist für diese Untersuchung insoweit unerheblich, da hier die erste Reaktion auf einen neuen Reiz bzw. eine neuen Situation erfasst werden soll. Eine Wiederholung beispielsweise des Stresstests würde, da nun nicht mehr unbekannt, logischerweise eine andere psychophysiologische Reaktion nach sich ziehen, als die erste Konfrontation mit dem Test. Allerdings ist es für die Einschätzung der Aussagekraft der Methode unabdingbar zu wissen, inwieweit Messergebnisse wiederholbar sind.

Es ist für die Kuh für die Herzfrequenz bekannt, dass annähernd gleiche äußere Umstände zu ähnlichen Messergebnissen führen. In einer Untersuchung von STEINHARDT und THIELSCHER (2000) korrelierten die Messergebnisse bei Färsen auf der Weide während zweier ganztägiger Dauermessungen in Abhängigkeit von der Tageszeit (Aktivitätsperiodik) mit mindestens $r = 0,4$ und maximal $r = 0,8$. Bei den elektrodermalen Parametern ist bei Kühen nicht bekannt, inwieweit die selben äußeren Umstände zu vergleichbaren Messergebnissen führen.

Wichtig bei der Überprüfung der Reliabilität der Messergebnisse ist, dass aussagekräftige Ergebnisse nur dann erzielt werden, wenn alle anderen Störgrößen weitestgehend ausgeschaltet sind. Störgrößen sind hierbei unter anderem die klimatischen Bedingungen und die momentane Verfassung des Probanden, die sich z.B. auf die Hauttemperatur, die Schweißaktivität und den Herzschlag, aber auch auf die Reaktionsfähigkeit und damit auf die Stärke der Reaktion auswirken kann. Im Humanbereich wird deshalb versucht, auch die momentane Verfassung des Probanden zu standardisieren, indem den Versuchen längere, in ihrem Ablauf genau festgelegte Ruhe- bzw. Einstimmungsphasen vorangestellt werden. Exakte Versuche sind deshalb nur unter klimatisierten Laborbedingungen möglich und können im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht durchgeführt werden. Zur Klärung der Aussagekraft der Messmethode wären sie jedoch nötig.

Schlussfolgerung für die Durchführung und Wertung der eigenen Messungen

Die Aussagekraft der Methode der elektrodermalen Messungen ist für die Kuh in keiner Weise belegt. Trotzdem soll, da eine genauere Überprüfung der Methode z.Z. nicht möglich ist, die elektrodermalen Parameter in vorliegender Untersuchung zur Einschätzung von Beanspruchung genutzt werden. Als Kontrollgröße wird der in der Versuchspraxis etablierte Parameter Herzfrequenz erfasst, dessen Aussagesicherheit im Rinderbereich belegt ist. Die Wertung der

elektrodermalen Ergebnisse erfolgt dementsprechend kritisch, die Wertung der Messmethode anhand der Ergebnisse über Umkehrschluss.

Anhang G: Ergebnisse der technischen Überprüfung

Um sicherzustellen, dass die Ursache für ein verstärktes Auftreten von Milchejektionsstörungen nicht in einer fehlerhaften Funktion der Melktechnik zu suchen ist, wurde, zusätzlich zu den in allen Betrieben durchgeführten Routinekontrollen durch den Sächsischen Landeskontrollverband, bei vier Untersuchungsbetrieben (Betrieb 1, 2 , 4 und 5) eine technische Überprüfung der Melkanlagen durchgeführt. Bestandteil der Untersuchung war eine technische Kontrolle nach DIN ISO 6690 (alt), eine Lärm- und Vibrationsmessung sowie eine Messung der Potentialdifferenzen.

Die Ergebnisse der Überprüfung einschließlich der Messprotokolle werden im Folgenden dargestellt.

G-1 DIN/ ISO 6690 (alt)

Die in diesem Abschnitt verwendeten Abkürzungen sind definiert nach DIN / ISO 6690 (alt) und werden deshalb im Abkürzungsverzeichnis dieser Arbeit nicht aufgeführt.

G-1.1 Betrieb 1

HTW Dresden-Pillnitz

Betrieblicher Prüfservice Melkanlagen - Meßprotokoll entsprechend DIN/ISO 6690 (alt)

Prüfdatum: 15.11.2004
Prüfer: Rudovsky
Anlagentyp: RMA, Alfa-Laval Easy-Line, 12 Maschinen, Duovac, Harmony-MZ

1.0 Betriebsvakuum und Regelbereiche

		Meßwerte in kPa		
		Prüf-Vakuummeter	Anlagen-Vakuummeter	Grenzabweichung DIN/ISO 5707
1.1	Eine ME in Betrieb	47,3		
1.2	Alle ME in Betrieb	47,0		
1.3	Diff. 1.2 - 1.2	0,3		max. 2 kPa
1.4	Vakuum in Nähe MSZ	47,7	47,5	1.2 + 2.5 kPa
1.5	Vakuum Ende Vakuumitg.	46,9		1.2 - 2.5 kPa

2.0 Volumenstrom

		Prüfvakuum in kPa = Betriebsvakuum - 2 kPa		
		Meßwerte in l/min		Grenzabweichung
		Messung	Messung	davon l/min Zusatzl.
2.1	Reserve der Anlage mit MEH	766		
2.2	2.1 ohne Regelventil	770		
2.3	Leckluft Regelventil (2.2 - 2.1)	10		max. 35 l/min, bzw. 8% MSZ
2.4	VS ohne MEH, ohne RV	1210		
2.5	VS 12 ME (2.4 - 2.2)	440		36,7 l/min u. MZ
2.6	VS wie 2.4, ohne Milchitg.	1230		
2.7	Leckluft ca. 25 m Milchitg. ((2.6 - 2.4)	20		max. 20 l/min
2.8	VS des MSZ	1560	1450, nur Anschl.	
2.9	Leckluft ca. 35 m Vakuumitg. (2.8-2)			
2.10	VS des MSZ bei 50 kPa	1390		Sollwert: k.A. l/min

3.0 Protokolle Pulsation / Lufteinlaß

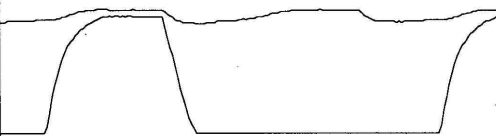
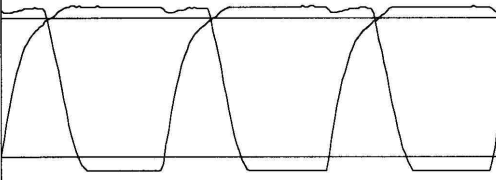
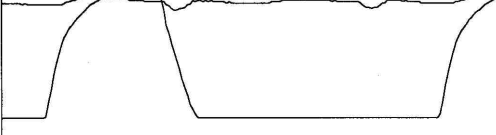
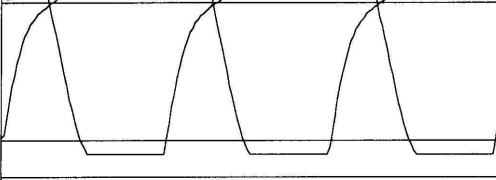
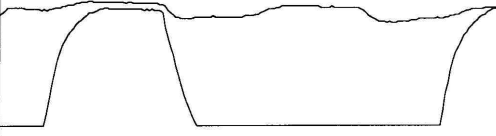
als Anlage

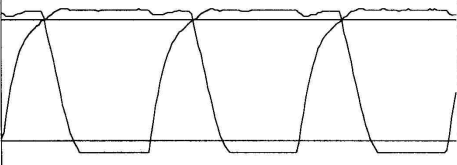
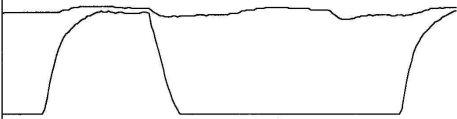
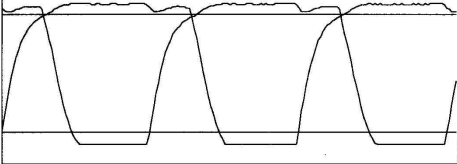
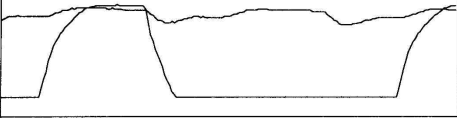
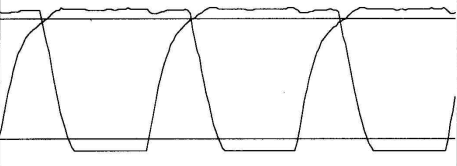
4.0 Bemerkungen Hinweise

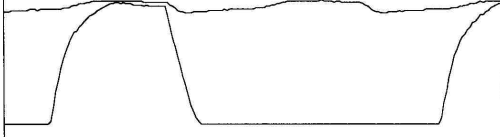
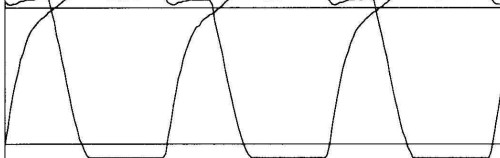
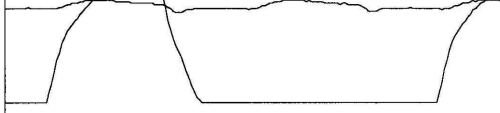
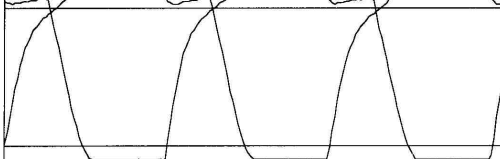
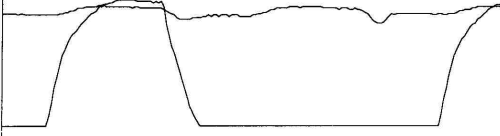
Regelventil:	i.O.
Vakuumpumpe:	Wasserringpumpe, i.O.
Pulsationsauswertung:	siehe Meßschriebe!
Zitzengummi:	Alternativprodukt noname Typ 0-444 nahe Verschleißgrenze
Manometer:	Manometer fehlt im Stall, 1 Stück über Milchschleuse
Schleuse	Vakuumabsperrhahn-Funktion überprüfen
Anschlußshähne	überwiegend undicht, elektr. Kontakte zT nicht stabil

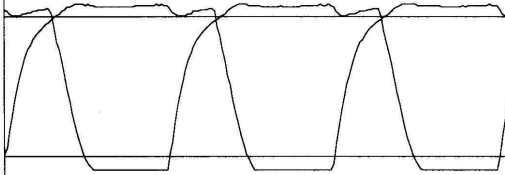
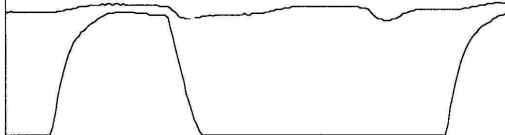
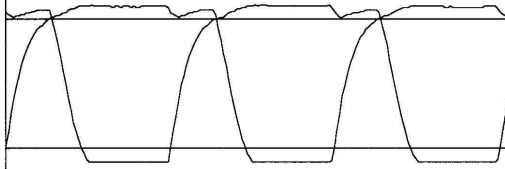
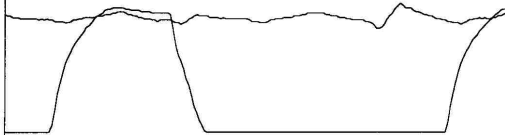
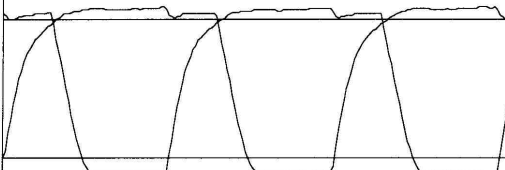
Unterschrift Prüfer

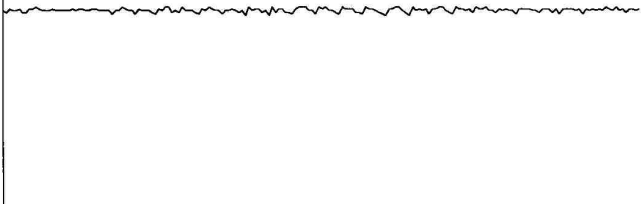
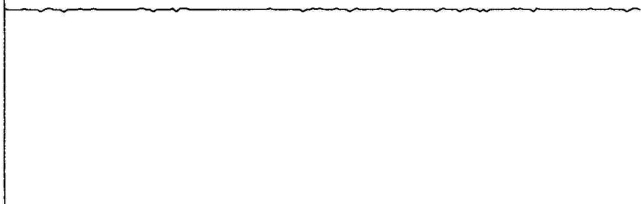
Unterschrift Anlagenlfr.

Mem 1 Fluktuation 	Maximum : 34,3 kPa 36,4 kPa Minimum : 0,0 kPa 32,1 kPa Pulse : 50,1 p/min
RMA, Alfa-Laval, Easy-Line 12 Maschinen, Harmony-Zentrale, 15.11.2004 Maschine # 5, Ansetzphase	
Mem 2 / Melkplatz 1 Pulsation 	Pulse : 60,1 p/min Phase % ms % ms Maximum: 47,8 kPa A 13,9 139 13,7 137 Minimum : 0,0 kPa B 50,4 503 50,5 504 Hinkgrad : 0,0 % C 9,1 91 9,4 94 D 26,5 265 26,3 262 Pulse : 60,1 p/min E 64,3 642 64,2 641 Maximum: 47,8 kPa F 35,6 356 35,8 357 Minimum : 0,0 kPa EFAM 246 244
Maschine # 5, Melkphase	
Mem 3 Fluktuation 	Maximum : 35,1 kPa 35,4 kPa Minimum : 0,0 kPa 31,0 kPa Pulse : 50,1 p/min
# 4	
Mem 4 / Melkplatz 2 Pulsation 	Pulse : 60,1 p/min Phase % ms % ms Maximum: 47,8 kPa A 13,7 137 13,8 138 Minimum : 0,0 kPa B 50,5 504 50,5 504 Hinkgrad : 0,2 % C 9,3 93 9,6 96 D 26,4 263 26,0 259 Pulse : 60,1 p/min E 64,2 641 64,4 643 Maximum: 47,6 kPa F 35,8 357 35,6 355 Minimum : 0,0 kPa EFAM 246 240
# 4	
Mem 5 Fluktuation 	Maximum : 34,7 kPa 34,8 kPa Minimum : 0,0 kPa 29,7 kPa Pulse : 50,1 p/min
# 9	

Mem 6 / Melkplatz 9 Pulsation 	Pulse : 60,1 p/min Phase % ms % ms Maximum: 48,0 kPa A 13,3 133 13,5 135 Minimum: 0,0 kPa B 51,1 510 50,9 508 Hinkgrad : 0,2 % C 9,9 99 9,7 97 D 25,6 256 25,7 256 Pulse : 60,1 p/min E 64,4 643 64,5 644 Maximum: 48,0 kPa F 35,5 355 35,5 354 Minimum: 0,0 kPa EFAM 236 238
# 9	
Mem 7 Fluktuation 	Maximum : 34,6 kPa 36,8 kPa Minimum : 0,0 kPa 31,8 kPa Pulse : 50,1 p/min
# 11	
Mem 8 / Melkplatz 11 Pulsation 	Pulse : 60,1 p/min Phase % ms % ms Maximum: 47,0 kPa A 14,0 140 14,7 147 Minimum: 0,0 kPa B 49,9 499 49,4 494 Hinkgrad : 0,2 % C 9,3 93 9,6 96 D 26,5 265 26,0 260 Pulse : 60,1 p/min E 64,1 640 64,3 642 Maximum: 47,0 kPa F 35,9 359 35,7 357 Minimum: 0,0 kPa EFAM 247 240
# 11	
Mem 9 Fluktuation 	Maximum : 30,8 kPa 29,9 kPa Minimum : 0,0 kPa 24,7 kPa Pulse : 50,1 p/min
# 1, Membran def. (>5 kPa)	
Mem 10 / Melkplatz 1 Pulsation 	Pulse : 60,1 p/min Phase % ms % ms Maximum: 47,8 kPa A 14,6 146 13,4 134 Minimum: 0,0 kPa B 49,5 494 50,5 504 Hinkgrad : 0,2 % C 9,3 93 9,2 92 D 26,5 264 26,9 268 Pulse : 60,1 p/min E 64,1 640 63,9 638 Maximum: 47,9 kPa F 35,9 358 36,1 360 Minimum: 0,0 kPa EFAM 246 249
# 1	

Mem 11 Fluktuation 	Maximum : 35,6 kPa 36,4 kPa Minimum : 0,0 kPa 32,6 kPa Pulse : 50,0 p/min
# 12	
Mem 12 / Melkplatz 12 Pulsation 	Pulse : 60,1 p/min Phase % ms % ms Maximum : 47,8 kPa A 14,3 143 14,8 148 Minimum : 0,0 kPa B 50,1 500 49,4 494 Hinkgrad : 0,2 % C 9,3 93 9,3 93 D 26,2 261 26,3 263 Pulse : 60,1 p/min E 64,4 643 64,3 642 Maximum : 47,9 kPa F 35,5 354 35,6 356 Minimum : 0,0 kPa EFAM 243 243
# 12	
Mem 13 Fluktuation 	Maximum : 32,2 kPa 29,9 kPa Minimum : 0,0 kPa 26,2 kPa Pulse : 50,0 p/min
# 8	
Mem 14 / Melkplatz 8 Pulsation 	Pulse : 60,1 p/min Phase % ms % ms Maximum : 48,1 kPa A 14,5 145 13,6 136 Minimum : 0,0 kPa B 49,5 494 50,5 504 Hinkgrad : 0,0 % C 9,9 99 10,1 101 D 25,9 258 25,7 256 Pulse : 60,1 p/min E 64,1 640 64,1 640 Maximum : 48,0 kPa F 35,9 358 35,8 357 Minimum : 0,0 kPa EFAM 239 238
# 8	
Mem 15 Fluktuation 	Maximum : 36,7 kPa 35,1 kPa Minimum : 0,0 kPa 30,9 kPa Pulse : 50,0 p/min
# 3	

Mem 16 / Melkplatz 3 Pulsation 	Pulse : 60,1 p/min Phase % ms % ms Maximum: 47,9 kPa A 14,3 143 14,1 141 Minimum : 0,0 kPa B 49,8 497 50,0 499 Hinkgrad : 0,1 % C 9,6 96 9,9 99 D 26,2 261 25,9 258 Pulse : 60,1 p/min E 64,1 640 64,2 641 Maximum: 47,9 kPa F 35,9 358 35,8 357 Minimum : 0,0 kPa EFAM 243 239
# 3	
Mem 17 Fluktuation 	Maximum : 35,8 kPa 38,6 kPa Minimum : 0,0 kPa 33,4 kPa Pulse : 50,0 p/min
# 7	
Mem 18 / Melkplatz 7 Pulsation 	Pulse : 60,1 p/min Phase % ms % ms Maximum: 45,3 kPa A 13,1 131 13,2 132 Minimum : 0,0 kPa B 51,2 511 50,7 506 Hinkgrad : 0,4 % C 8,8 88 9,0 90 D 26,8 267 27,0 269 Pulse : 60,1 p/min E 64,3 642 63,9 638 Maximum: 45,4 kPa F 35,7 356 36,0 359 Minimum : 0,0 kPa EFAM 248 250
# 7	
Mem 19 Fluktuation 	Maximum : 36,2 kPa 35,5 kPa Minimum : 0,0 kPa 31,5 kPa Pulse : 50,1 p/min
# 16 (?)	
Mem 20 / Melkplatz 16 Pulsation 	Pulse : 60,1 p/min Phase % ms % ms Maximum: 47,8 kPa A 14,9 149 14,5 145 Minimum : 0,0 kPa B 49,7 496 50,2 501 Hinkgrad : 0,1 % C 9,3 93 9,1 91 D 26,0 259 26,1 260 Pulse : 60,1 p/min E 64,7 646 64,8 647 Maximum: 47,6 kPa F 35,3 352 35,2 351 Minimum : 0,0 kPa EFAM 240 241
# 16 (?)	

Mem 26 ManometerVakuum CH1 	Vakuum : 46,8 kPa Maximum : 47,6 kPa Minimum : 45,6 kPa
Vakuumlfg., Leitungsanfang, 12 Mascinen arbeiten (1.2)	
Mem 28 ManometerVakuum CH1 	Vakuum : 47,6 kPa Maximum : 48,0 kPa Minimum : 47,2 kPa
Betriebsvak. Nähe Pumpe, 12 Masch. arbeiten (1.4)	

G-1.2 Betrieb 2

HTW Dresden-Pillnitz

Betrieblicher Prüfservice Melkanlagen - Meßprotokoll entsprechend DIN/ISO 6690 (alt)

Prüfdatum: 05.11.2004
 Prüfer: Rudovsky
 Anlagentyp: FGM Alfa-Laval 2x6, Duovac, Alfa-Dast, Harmony

1.0 Betriebsvakuum und Regelbereiche

		Meßwerte in kPa		Grenzabweichung DIN/ISO 5707
		Prüf- Vakuummeter	Anlagen- Vakuummeter	
1.1	Eine ME in Betrieb	42,1		
1.2	Alle ME in Betrieb	41,8	42	
1.3	Diff. 1.2 - 1.2			max. 2 kPa
1.4	Vakuum in Nähe MSZ			1.2 + 2.5 kPa
1.5	Vakuum Ende Vakuumitg.			1.2 - 2,5 kPa

2.0 Volumenstrom

		Prüfvakuum in kPa = Betriebsvakuum - 2 kPa		
		Meßwerte in l/min		Grenzabweichung
		Messung	Messung	
2.1	Reserve der Anlage mit MEH	1260		davon l/min Zusatzl.
2.2	2.1 ohne Regelventil	1460		
2.3	Leckluft Regelventil (2.2 - 2.1)	70		max. 35l/min, bzw. 8% MSZ
2.4	VS ohne MEH, ohne RV	1800		
2.5	VS 5 ME (2.4 - 2.2)	240		28,3 l/min
2.6	VS wie 2.4, ohne Milchltg.			
2.7	Leckluft in Milchltg. ((2.6 - 2.4)			max. 20 l/min
2.8	VS des MSZ	2260		
2.9	Leckluft in Vakuumitg. (2.8-2.6)	460		
2.10	VS des MSZ bei 50 kPa	1800		Sollwert: 1500 l/min

3.0 Protokolle Pulsation / Lufteinlaß

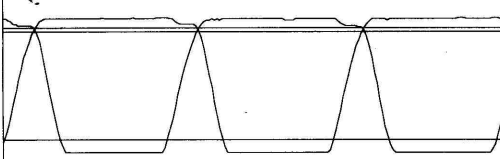
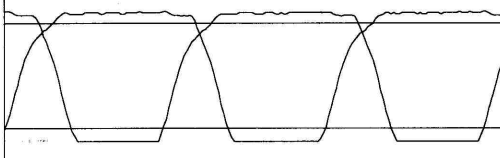
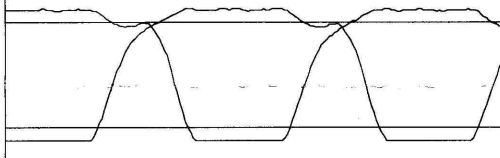
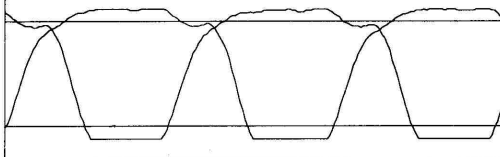
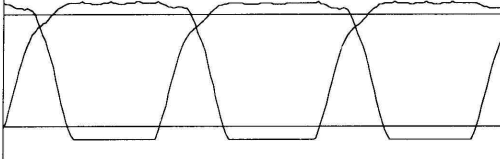
als Anlage

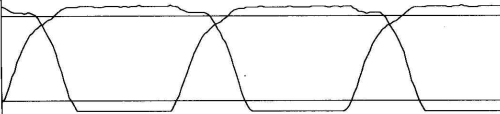

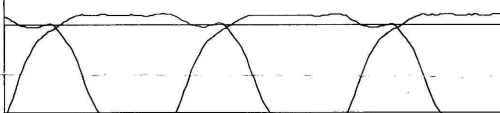

4.0 Bemerkungen Hinweise

Regelventil:	undicht
Vakuumpumpe:	i.O.
Pulsationsauswertung:	siehe Meßschriebe!
Zitzengummi:	Westfalia RPS 2000 4 KW, i.O.
Manometer:	linke Ltg. 350 Torr (= 46 kPa) = 2kPa Abweichung

Unterschrift Prüfer

Unterschrift Anlagenlfr.

Mem 60 / Melkplatz 1 Pulsation 	Pulse : 59,5 p/min Phase % ms % ms Maximum: 41,5 kPa A 8,7 88 9,1 91 Minimum : 0,0 kPa B 50,8 512 51,3 515 Hinkgrad : 0,7 % C 7,0 71 7,3 73 D 33,3 336 32,3 324 Pulse : 59,8 p/min E 59,6 601 60,4 606 Maximum: 41,1 kPa F 40,4 407 39,5 397 Minimum : 0,0 kPa EFAM 317 306
Kanne 1, Pulsator L80, Dichtheit: 0s/40,2, 10s/20,5, 20s/5,2, 30s/0,0	
Mem 61 / Melkplatz 2 Pulsation 	Pulse : 61,7 p/min Phase % ms % ms Maximum: 39,7 kPa A 14,1 137 14,2 139 Minimum : 0,0 kPa B 45,9 447 47,2 462 Hinkgrad : 1,4 % C 9,8 95 9,9 97 D 30,0 292 28,7 281 Pulse : 61,3 p/min E 60,0 584 61,4 601 Maximum: 39,8 kPa F 39,9 388 38,6 378 Minimum : 0,0 kPa EFAM 270 258
Kanne 2, L80, Vakuumschlauch dichtet am Stutzen schlecht Dichtheit: 0s/39,3, 10s/20,3, 20s/5,4, 30s/0,0	
Mem 62 / Melkplatz 3 Pulsation 	Pulse : 51,5 p/min Phase % ms % ms Maximum: 40,2 kPa A 16,0 186 15,5 181 Minimum : 0,0 kPa B 38,2 445 47,2 549 Hinkgrad : 8,6 % C 19,8 230 10,6 123 D 25,9 302 26,5 309 Pulse : 51,5 p/min E 54,2 631 62,8 731 Maximum: 40,1 kPa F 45,7 532 37,1 432 Minimum : 0,0 kPa EFAM 275 283
Kanne 3, L80, Pulszahl zu niedrig, Schieber undicht (Umsteuerknick), kPS hr zu lang Dichtheit: 0s/40,3, 10s/28,3, 20s/19,6, 30s/11,8, 40s/5,2, 50s/1,4, 60s/0,0	
Mem 64 / Melkplatz 3 Pulsation 	Pulse : 59,9 p/min Phase % ms % ms Maximum: 40,0 kPa A 17,3 173 16,3 163 Minimum : 0,0 kPa B 36,7 367 38,2 382 Hinkgrad : 0,7 % C 19,9 199 19,9 199 D 26,1 261 25,4 254 Pulse : 60,1 p/min E 53,9 540 54,7 546 Maximum: 39,8 kPa F 46,0 460 45,3 453 Minimum : 0,0 kPa EFAM 237 228
Kanne 3, nach Pulszahlregulierung,	
Mem 65 / Melkplatz 4 Pulsation 	Pulse : 62,2 p/min Phase % ms % ms Maximum: 42,1 kPa A 14,8 143 15,1 145 Minimum : 0,0 kPa B 44,5 429 45,3 436 Hinkgrad : 1,1 % C 10,2 98 10,4 100 D 30,5 294 29,1 280 Pulse : 62,3 p/min E 59,4 573 60,4 582 Maximum: 42,2 kPa F 40,6 392 39,6 381 Minimum : 0,0 kPa EFAM 274 259
Kanne 4, L80, Dichtheit: 0s/41,8, 10s/30,6, 20s/22,6, 30s/16,5, 40s/10,6, 50s/7,1, 60s/4,4	

Mem 66 / Melkplatz 5 Pulsation 	Pulse : 55,9 p/min Phase % ms % ms Maximum : 40,0 kPa A 14,2 153 14,4 153 Minimum : 0,0 kPa B 45,5 489 46,0 490 Hinkgrad : 0,6 % C 9,7 104 9,5 101 D 30,4 327 30,1 321 Pulse : 56,3 p/min E 59,8 642 60,4 644 Maximum : 39,8 kPa F 40,1 431 39,6 422 Minimum : 0,0 kPa EFAM 304 299
Kanne 5, L80, Pulszahl zu niedrig Dichtheit: 0s/39,5, 10s/21,9, 20s/8,3, 30s/0,0	
Mem 67 / Melkplatz 5 Pulsation 	Pulse : 60,2 p/min Phase % ms % ms Maximum : 40,1 kPa A 15,1 150 15,1 150 Minimum : 0,0 kPa B 44,7 445 45,1 449 Hinkgrad : 0,5 % C 10,1 101 9,8 98 D 30,0 299 29,8 297 Pulse : 60,3 p/min E 59,8 596 60,3 600 Maximum : 39,8 kPa F 40,2 400 39,7 395 Minimum : 0,0 kPa EFAM 276 274
Kanne 5 nach Pulszahlregulierung	
Mem 68 / Melkplatz 6 Pulsation 	Pulse : 57,5 p/min Phase % ms % ms Maximum : 41,2 kPa A 15,4 161 15,7 164 Minimum : 0,0 kPa B 48,6 507 48,9 510 Hinkgrad : 0,5 % C 13,2 138 13,0 136 D 22,6 236 22,2 232 Pulse : 57,5 p/min E 64,1 669 64,6 674 Maximum : 41,0 kPa F 35,8 374 35,3 368 Minimum : 0,0 kPa EFAM 193 193
Kanne 6, Pulsator LL90, Dichtheit: 0s/39,5, 10s/21,9, 20s/8,3, 30s/0,0	
Mem 69 Manometer/Vakuum CH1 	Vakuum : 42,1 kPa Maximum : 42,4 kPa Minimum : 41,2 kPa
Betriebsvakuum Vakuumleitung für KMA	

G-1.3 Betrieb 4

HTW Dresden-Pillnitz

Betrieblicher Prüfservice Melkanlagen - Meßprotokoll entsprechend DIN/ISO 6690 (alt)

Prüfdatum: 01.12.2004

Prüfer: Rudovsky

Anlagentyp: KMA Fullwood / Alfa-Laval, Betrieb mit 2 Kannen (Gleichtakt)

1.0 Betriebsvakuum und Regelbereiche

		Meßwerte in kPa		
		Prüf-Vakuummeter	Anlagen-Vakuummeter	Grenzabweichung DIN/ISO 5707
1.1	Eine ME in Betrieb	41,4		
1.2	Alle ME in Betrieb	39,2		
1.3	Diff. 1.2 - 1.2	2,2		max. 2 kPa
1.4	Vakuum in Nähe MSZ	45,3	40	1.2 + 2,5 kPa
1.5	Vakuum Ende Vakuumltg	39,7		1.2 - 2,5 kPa

2.0 Volumenstrom

		Prüfvakuum in kPa = Betriebsvakuum - 2 kPa		
		Meßwerte in l/min		
		Messung	Messung	Grenzabweichung
2.1	Reserve der Anlage mit MEH	1660	85 l/min Leits-Ende	davon l/min Zusatzl.
2.2	2.1 ohne Regelventil	1885		
2.3	Leckluft Regelventil (2.2 - 2.1)	225 ?		max. 35 l/min, bzw. 8% MSZ
2.4	VS ohne MEH, ohne RV	2180		
2.5	VS 2 ME (2.4 - 2.2)	295 ?		
2.6	VS wie 2.4, ohne Milchlgt.			
2.7	Leckluft m Milchlgt. ((2.6 - 2.4)			max. 20 l/min
2.8	VS des MSZ	2100		
2.9	Leckluft 121 m Vakuumltg. (2.8-2.6)			
2.10	VS des MSZ bei 50 kPa	1590		Sollwert 2000 od 1525 ? l/min

3.0 Protokolle Pulsation / Lufteinlaß

als Anlage

4.0 Bemerkungen Hinweise

Anlage Eigenmontage. Entspricht in Leitungsverlegung und Leitungsdimensionierung nicht der DIN/ISO 5707
Eine Überprüfung entspr. DIN/ISO 6690 (alt) ist nicht möglich. Meßstutzen fehlen !
6 kPa Differenz zwischen Kessel- und Leitungsvakuum.
Die Strömungsverluste beeinflussen, bedingt durch die Leitungslänge von ca. 120 m und 19 Winkelstücke
sowie der Verlegung mit teilweise schwarzen Stahlrohren, 1 1/2" u. kleiner, die Funktion der Melkanlage negativ
Evakuierungsdauer der Kannen ist zu hoch.

Regelventil	visuell i.O., keine Messung möglich
Vakuumsicherheitsventil	Alfa-Laval - funktionsfähig
Vakuumpumpe:	Alfa VP78 (Keine Leistungsangabe am Motor)
Pulsationsauswertung:	siehe Meßschriebe!
Vakuuman schlüsse:	siehe Anhang!
Zitzengummi:	FW 20114 i.O.
Manometer:	Vakuumanzeige (Tank) differiert zu Meßwert um 6 kPa, kein Stallmanometer vorhanden

Unterschrift Prüfer

Unterschrift Anlagenlfr.

Mem 1 ManometerVakuum CH1

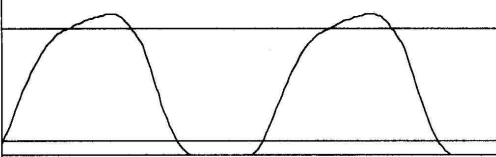
Vakuum : 42,3 kPa
Maximum : 42,4 kPa
Minimum : 42,0 kPa

J, Kanne, Gleichtakt, PE-Kannen 30 l, MZ Fullwood, Pulsatpr LL90

Melkvakuum Kanne ohne MZ

best

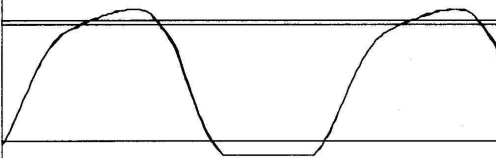
Mem 2 / Melkplatz 1 Pulsation



Pulse : 77,0 p/min Phase % ms % ms
Maximum: 40,3 kPa A 24,5 191 0,0 0
Minimum : 0,0 kPa B 25,5 199 0,0 0
Hinkgrad : 50,2 % C 17,2 134 0,0 0
D 32,5 253 0,0 0
Pulse : 0,0 p/min E 50,2 391 0,0 0
Maximum: 0,0 kPa F 49,8 388 0,0 0
Minimum : 0,0 kPa EFAM 212 0

1. Kanne, Pulsation zu hoch, Pulskurve außer Norm

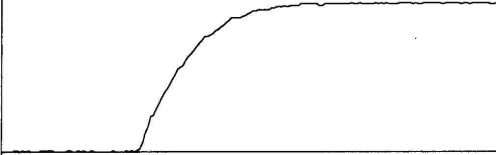
Mem 4 / Melkplatz 1 Pulsation



Pulse : 62,6 p/min Phase % ms % ms
Maximum: 41,5 kPa A 24,4 234 24,0 230
Minimum : 0,0 kPa B 24,4 234 24,6 236
Hinkgrad : 0,4 % C 16,3 156 16,3 156
D 34,8 333 34,9 335
Pulse : 62,6 p/min E 49,0 469 48,6 466
Maximum: 41,4 kPa F 51,0 489 51,3 492
Minimum : 0,0 kPa EFAM 290 291

1. Kanne, nach Puls Korrektur, Phase B < 30 % = defekt

Mem 5 ManometerVakuum CH1



Vakuum : 27,1 kPa
Maximum : 42,4 kPa
Minimum : 0,0 kPa

1. Kanne Evakuierungszeit 8 sek, Dichtheit: 1 min - 34,1 kPa Abfall = undicht

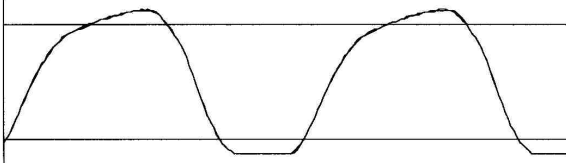
Mem 6 ManometerVakuum CH1

Vakuum : 40,8 kPa
Maximum : 41,2 kPa
Minimum : 40,4 kPa

2. Kanne, Melkvakuum, Kanne ohne MZ

best

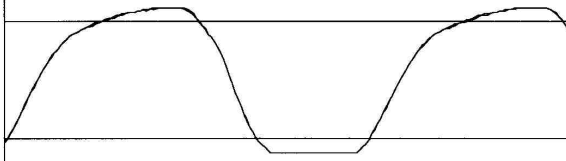
Mem 7 / Melkplatz 2 Pulsation



Pulse	: 74,7	p/min	Phase	%	ms	%	ms
Maximum	: 39,3	kPa	A	27,5	221	27,3	219
Minimum	: 0,0	kPa	B	27,4	220	27,6	222
Hinkgrad	: 0,0	%	C	17,4	140	17,3	139
			D	27,6	222	27,6	222
Pulse	: 74,7	p/min	E	54,9	441	54,9	441
Maximum	: 39,2	kPa	F	45,1	362	45,1	362
Minimum	: 0,0	kPa	EFAM		180		180

2. Kanne, Pulszahl zu hoch, Pulskurve außer Norm

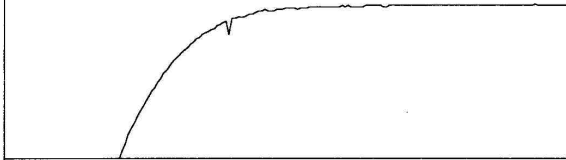
Mem 10 / Melkplatz 2 Pulsation



Pulse	: 61,3	p/min	Phase	%	ms	%	ms
Maximum	: 40,0	kPa	A	25,4	248	24,9	244
Minimum	: 0,0	kPa	B	28,3	277	28,8	282
Hinkgrad	: 0,1	%	C	15,7	154	15,6	153
			D	30,4	297	30,6	299
Pulse	: 61,3	p/min	E	53,7	525	53,8	526
Maximum	: 39,8	kPa	F	46,2	452	46,2	452
Minimum	: 0,0	kPa	EFAM		253		254

2. Kanne nach Pulszahlkorrektur, Phase B < 30% = defekt

Mem 11 ManometerVakuum CH1



Vakuum	: 29,6	kPa
Maximum	: 42,4	kPa
Minimum	: 0,0	kPa

2. Kanne, Evakuierungszeit 10 sek, Dichtheit: 1 min - 0,5 kPa = i.O.

Überprüfung der Vakuumschlüsse KMA
01.12.2004

Anschluß-Nr.	Leitung vorn kPa	Bemerkung	Leitg. hinten kPa	Bemerkung
1	1			
2	1			
3	1			
4	1	lu		
5	0	lu		
6			0	
7			0	
8			1	
9			0	
10			1	
11			0	
12			1	lu
13			1	lu
14			0	
15			0	
16			0	
17			0	
18			1	
19			1	
20			1	

Grenzwert (alt) bei 120 l/min = 10 kPa
 Legende: lu leicht undicht
 u undicht
 su stark undicht

G-1.4 Betrieb 5

Betrieblicher Prüfservice Melkanlagen - Meßprotokoll entsprechend DIN/ISO 6690 (alt)

Prüfdatum: 05.11.2004
 Prüfer: Rudovsky
 Anlagentyp: KMA Westfalia

1.0 Betriebsvakuum und Regelbereiche

		Meßwerte in kPa	
		Prüf- Vakuummeter	Anlagen- Vakuummeter
1.1	Eine ME in Betrieb	43,8	r.: 44, l.: 46
1.2	Alle ME in Betrieb	43,4	
1.3	Diff. 1.2 - 1.2	0,4	
1.4	Vakuum in Nähe MSZ		
1.5	Vakuum Ende Vakuumitg	43,2	
		Grenzabweichung DIN/ISO 5707	
		max. 2 kPa	
		1.2 + 2.5 kPa	
		1.2 - 2.5 kPa	

2.0 Volumenstrom

		Prüfvakuum in kPa = Betriebsvakuum - 2 kPa		
		Meßwerte in l/min		
		Messung	Messung	Grenzabweichung
2.1	Reserve der Anlage mit MEH	420		davon l/min Zusatzt.
2.2	2.1 ohne Regelventil	420		
2.3	Leckluft Regelventil (2.2 - 2.1)	0		max. 35 l/min, bzw. 8% MSZ
2.4	VS ohne MEH, ohne RV	570		
2.5	VS 5 ME (2.4 - 2.2)	150		50 l/min
2.6	VS wie 2.4, ohne Milchitg.			
2.7	Leckluft m Milchitg. ((2.6 - 2.4)			max. 20 l/min
2.8	VS des MSZ	710		
2.9	Leckluft m Vakuumitg. (2.8-2.6)	140		
2.10	VS des MSZ bei 50 kPa	570		Sollwert l/min

3.0 Protokolle Pulsation / Lufteinlaß

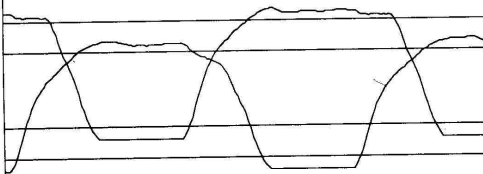
als Anlage

4.0 Bemerkungen Hinweise

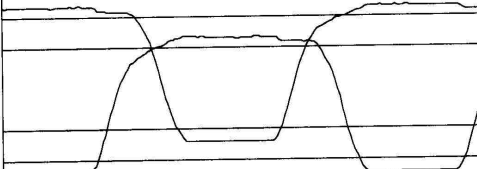
Regelventil:	i.O.
Vakuumpumpe:	Impulsa alt (keine Leistungsangabe)
Pulsationsauswertung:	siehe Meßschriebe!
Vakuuman schlüsse:	siehe Anhang!
Zitzengummi:	NW 23 i.O.
Manometer:	linke Ltg. 350 Torr (= 46 kPa) = 2kPa Abweichung

Unterschrift Prüfer

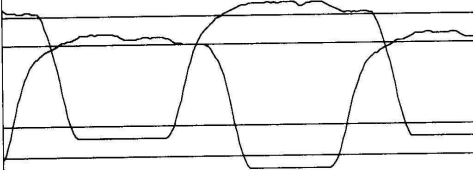
Unterschrift Anlagentr.

Mem 34 / Melkplatz 1 Pulsation	
	Pulse : 54,8 p/min Phase % ms % ms Maximum: 42,3 kPa A 17,9 196 16,6 182 Minimum : 0,0 kPa B 34,5 378 43,5 476 Hinkgrad : 7,7 % C 19,1 209 11,3 124 D 28,4 311 28,4 311 Pulse : 54,8 p/min E 52,4 574 60,1 658 Maximum: 42,1 kPa F 47,6 521 39,8 435 Minimum : 0,0 kPa EFAM 281 282

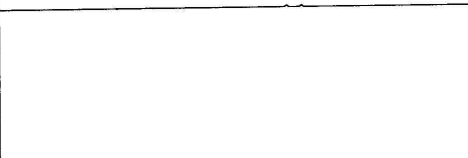
Westfalia-KMA, V2A-Kannen 23 I, 05.11.2004
Kanne # 1, Westfalia Pulsator # 1 (grün), defekt (Balance >5%)

Mem 35 / Melkplatz 2 Pulsation	
	Pulse : 51,6 p/min Phase % ms % ms Maximum: 43,9 kPa A 14,8 172 15,1 176 Minimum : 0,0 kPa B 46,2 537 45,9 534 Hinkgrad : 0,0 % C 10,4 121 11,0 128 D 28,5 331 27,9 325 Pulse : 51,5 p/min E 61,0 709 61,0 710 Maximum: 43,7 kPa F 39,0 453 39,0 454 Minimum : 0,0 kPa EFAM 299 292


Kanne 2, Meltec-Pulsator (blau) ohne Nr.

Mem 36 / Melkplatz 3 Pulsation	
	Pulse : 56,4 p/min Phase % ms % ms Maximum: 43,5 kPa A 15,5 165 14,5 154 Minimum : 0,0 kPa B 45,8 487 45,5 483 Hinkgrad : 1,4 % C 10,1 107 9,3 99 D 28,4 302 30,7 326 Pulse : 56,5 p/min E 61,4 653 60,0 637 Maximum: 43,4 kPa F 38,5 409 40,0 425 Minimum : 0,0 kPa EFAM 276 301

Kanne # 3, Westfalia-Pulsator (grün) ohne Nr.

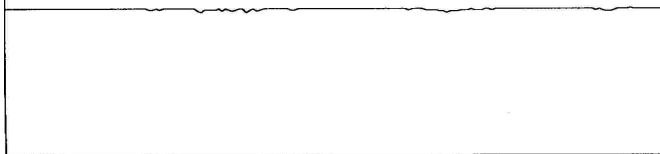
Mem 37 Fluktuation	
	Maximum : 40,8 kPa Minimum : 40,4 kPa Pulse : 0.0 p/min

Betriebsvakuum, Leitungsanfang (rechts), ohne Belastung

Mem 38 Fluktuation	
	Maximum : 41,8 kPa Minimum : 40,9 kPa Pulse : 0.0 p/min

Betriebsvakuum, Leitungsanfang mit 2 Kannen

Mem 39 Fluktuation



Maximum : 44,0 kPa
Minimum : 42,5 kPa
Pulse : 0.0 p/mir

Betriebsvakuum, Leitungsende mit 2 Kannen

Überprüfung der Vakuumschlüsse KMA
05.11.2004

Anschluß-Nr.	rechte Ltg. kPa	Bemerkung	linke Ltg. kPa	Bemerkung
1	5		5	
2	5	u	4	
3	5		5	
4	5	lu	5	u
5	5		5	lu
6	5	lu	4	
7	5		5	lu
8	5		5	
9	5		5	
10	6	u	6	lu
11	5	u	5	
12	5	u	7	u
13	5	lu	5	lu
14	5	u	5	
15	6	u	5	
16	6		5	

Grenzwert (alt) bei 120 l/min = 10 kPa
 Legende: lu leicht undicht
 u undicht
 su stark undicht

G-1.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Es konnten nur bei Betrieb 4 größere Mängel festgestellt werden, die sich z.T. aus der Tatsache ergaben, dass es sich hierbei um einen nicht fachgerechten Eigenbau handelt. In den Betrieben 1, 2 und 5 waren nur kleinere Mängel bei den Pulsatoren zu verzeichnen, die sofort behoben werden konnten.

Bei keiner Anlage war die Funktionstüchtigkeit so stark beeinflusst, dass kein ordnungsgemäßes Melken möglich war.

G-2 Potentialdifferenzmessung

G-2.1 Messprotokoll Betrieb 1

Messtag: 15.11.04

Meßgerät: Voltmeter

Melkstand: RMA mit 12 Melkanschlüssen, Fressgitter und Vakuumleitung mit verzinktem Stahlrohr, Milchleitung Edelstahl, Fußboden Beton mit Asphaltbeschichtung, GÜllerrost Eisenguss

Messungen:

(angegeben wird immer der am Messpunkt ermittelte Maximalwert)

Messpunkt: 5./6. Melkplatz

- | | |
|---------------------------------|-------------|
| - Fressgitter - Fußboden | => + 70 mV |
| - Fressgitter - GÜllerrost | => + 170 mV |
| - Melkzeugzentrale - GÜllerrost | => + 40 mV |

G-2.2 Messprotokoll Betrieb 2

Messtag: 05.11.04, während der Morgenmelkzeit

Messgerät: Voltmeter

Melkstand: 2x6 FGM , Stand mit verzinktem Stahlrohr, Milchleitung Edelstahl, Fußboden Beton (feucht), Abflussroste Gusseisen

Messungen:

(angegeben wird immer der am Messpunkt ermittelte Maximalwert)

1. rechte Melkstandseite (in Laufrichtung) , letzter Melkplatz

- | | |
|--|------------|
| - Melkgestänge (Ausmelkarm) - Fußboden | => -140 mV |
| - Melkgestänge (Ausmelkarm) - Milchleitung | => - 32 mV |
| - Melkzeugzentrale - Fußboden | => - 60 mV |

2. linke Melkstandseite, letzter Melkplatz

- | | |
|--|-------------|
| - Fußboden - Gitter | => -140 mV |
| - Melkgestänge (Ausmelkarm) - Fußboden | => - 18 mV |
| - Fußboden - Abflussrost | => -250 mV |
| - Vakuumleitung - Fußboden | => +130 mV |
| - Melkgestänge - Milchleitung | => +520 mV |
| - Melkzeugzentrale - Fußboden | => - 250 mV |

3. linke Melkstandseite, Melkplatz 3

- Melkzeugzentrale - Fußboden $\Rightarrow +240 \text{ mV}$

4. rechte Melkstandseite, Melkplatz 3

- Melkzeugzentrale - Fußboden $\Rightarrow +150 \text{ mV}$

- Melkzeugzentrale - Gitter $\Rightarrow +310 \text{ mV}$

Melkzeugzentrale - Milchleitung $\Rightarrow +260 \text{ mV}$

5. rechte Melkstandseite, Melkplatz 1

- Melkzeugzentrale - Fußboden $\Rightarrow + 60 \text{ mV}$

- Melkzeugzentrale - Gitter $\Rightarrow +250 \text{ mV}$

- Melkzeugzentrale - Milchleitung $\Rightarrow +270 \text{ mV}$

G-2.3 Messprotokoll Betrieb 4

Messtag: 01.12.04

Messgerät: Voltmeter

Melkstand: KMA mit 20 Melkanschlüssen, Fressgitter mit verzinktem Stahlrohr, Vakuumleitung Stahlrohr, Fußboden Beton mit Strohmatte (trocken, ca. 10 cm dick)

Messungen:

(angegeben wird immer der am Messpunkt ermittelte Maximalwert)

1. Box für die Kolostralmilchkühe

- Fressgitter - Fußboden $\Rightarrow + 180 \text{ mV}$

- Fressgitter – Melkzeugzentrale $\Rightarrow + 140 \text{ mV}$

2. Melkplatz nach mittlerem Durchgang

- Fressgitter - Fußboden $\Rightarrow + 75 \text{ mV}$

- Fressgitter - Melkzeugzentrale $\Rightarrow + 260 \text{ mV}$

G-2.4 Messprotokoll Betrieb 5

Messtag: 05.11.04

Messgerät: Voltmeter

Melkstand: Kannenmelkanlage mit je 16 Melkanschlüssen pro Seite, Fressgitter und Vakuumleitung mit verzinktem Stahlrohr, Fußboden Beton mit trockener Strohmatte (ca. 10 cm dick)

Messungen:

(angegeben wird immer der am Messpunkt ermittelte Maximalwert)

1. rechte Seite (von Milchhaus aus gesehen) 1. Box neben mittlerem Durchgang

- Fressgitter - Fußboden (Beton) $\Rightarrow + 60 \text{ mV}$
- Melkbecherhülse - Fußboden (Beton) $\Rightarrow +180 \text{ mV}$

2. linke Seite, 1. Box neben mittlerem Durchgang

- Fressgitter - Fußboden(Beton) $\Rightarrow + 150 \text{ mV}$

G-2.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

In allen Betrieben bewegten sich die Messwerte im Millivoltbereich. Der Maximalwert wurde mit 520 mV im Betrieb 2 gemessen.

G-3 Schalldruckmessung

Bei der Schalldruckmessung kam der mobile Frequenzanalysator 2260 von BRUEL & KJAER in Verbindung mit einer Schallintensitätssonde zum Einsatz. Mit Hilfe des Gerätes wurde der Schalldruck der auftretenden Einzelfrequenzen aufgezeichnet. Als Beispiel ist das Ergebnis einer Messung in Abbildung G/1 dargestellt. Die zwei äußeren rechten Diagrammbalken stellen die durchschnittliche Schalldruckstärke aller Frequenzen gemeinsam dar, also die Schalldruckstärke, die reell auf das Ohr wirkt (ganz rechts) bzw. die vom menschlichen Ohr wahrgenommen wird (zweiter von rechts = „A-Skala“). Da Lärmmessungen an Melkständen bisher im Hinblick auf Belastungen für das Personal durchgeführt wurden, wird in Literaturquellen meist mit der A-Skala gearbeitet. Es werden deshalb im Folgenden die Messergebnisse anhand ihrer A-Werte beurteilt.

Die Werte der Einzelfrequenzen der Messungen sind bei Bedarf bei der Autorin einzusehen.

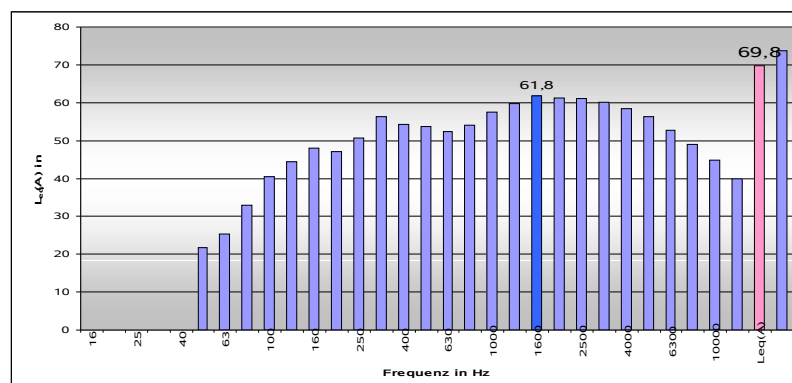


Abbildung G 1: Beispiel für das Ergebnis einer Schalldruckmessung (Messung 1 in Betrieb 2)

G-3.1 Messprotokoll Betrieb 1

Messungen:

1. Erster Melkplatz (vom Innenhof aus gezählt), kopfseitig, Messdauer 1 Minute während des Melkens =>69,8 dB
2. Mitte der RMA, kopfseitig, Messdauer 1 Minute während des Melkens =>74,2 dB
3. Mitte der RMA, kopfseitig, Messdauer 1 Minute während des Melkens =>70,5 dB
4. Erster Melkplatz (vom Innenhof aus gezählt), kopfseitig, Messdauer 1 Minute während des Melkens =>71,5 dB

Mittelwert **=>71,5 dB**

G-3.2 Messprotokoll Betrieb 2

Messungen:

1. vorderer FGM, rechte Melkstandseite, Melkplatz 1, kopfseitig, => 70,0 dB
Messdauer 1 Minuten während des Melkens, ohne Radio
2. vorderer FGM, rechte Melkstandseite, Melkplatz 1, kopfseitig, => 71,2 dB
Messdauer 1 Minuten während des Melkens, mit Radio
3. vorderer FGM, rechte Melkstandseite, Melkplatz 6, kopfseitig, => 67,7 dB
Messdauer 1 Minuten während des Melkens, mit Radio
4. vorderer FGM, rechte Melkstandseite, Melkplatz 6, kopfseitig, => 72,3 dB
Messdauer 1 Minuten während des Melkens, ohne Radio (während der
Messung schlägt die Absperrung zu => erhöhter Mittelwert)
5. vorderer FGM, rechte Melkstandseite, Melkplatz 6, kopfseitig, => 67,9 dB
Messdauer 1 Minuten während des Melkens, ohne Radio
6. vorderer FGM, linke Melkstandseite, Melkplatz 1, kopfseitig, => 71,3 dB
Messdauer 1 Minuten während des Melkens, ohne Radio
(Während der Messung Gangreinigung =>erhöhter Mittelwert)
7. vorderer FGM, linke Melkstandseite, Melkplatz 1, kopfseitig, => 69,9 dB
Messdauer 1 Minuten während des Melkens, ohne Radio
8. vorderer FGM, linke Melkstandseite, Melkplatz 1, kopfseitig, => 71,1 dB
Messdauer 1 Minuten während des Melkens, mit Radio
(während der Messung erfolgt Austrieb => erhöhter Mittelwert)
9. vorderer FGM, linke Melkstandseite, Melkplatz 1, kopfseitig, => 73,1 dB
Messdauer 1 Minuten während des Melkens, mit Radio
10. vorderer FGM, linke Melkstandseite, Melkplatz 6, kopfseitig, => 69,0 dB
Messdauer 1 Minuten während des Melkens, mit Radio
11. vorderer FGM, linke Melkstandseite, Melkplatz 6, kopfseitig, => 71,6 dB
Messdauer 1 Minuten während des Melkens, mit Radio
12. vorderer FGM, linke Melkstandseite, Melkplatz 6, kopfseitig, => 72,0 dB
Messdauer 1 Minuten während des Melkens, ohne Radio
13. vorderer FGM, linke Melkstandseite, Melkplatz 6, kopfseitig, => 69,4 dB
Messdauer 1 Minuten während des Melkens, ohne Radio
14. vorderer FGM, Melkflur Mitte, Messdauer 5 Minuten während des Melkens, ohne Radio => 72,4 dB

Mittelwert **=> 70,6 dB**

G-3.3 Messprotokoll Betrieb 4

Messungen:

1. RMA, Frischabkalbebox, kopfseitig, Messdauer 5 Minuten => 62,1 dB während des Melkens
2. RMA, 1. Melkplatz neben Gang zur Milchküche, kopfseitig, => 60,5 dB Messdauer 5 Minuten während des Melkens

Mittelwert => 61,3 dB

G-3.4 Messprotokoll Betrieb 5

Messungen:

KMA, 1. Kalbebox neben Gang zum Milchhaus (lauteste Stelle im Stall) => 58,5 dB
Messdauer 1 Minute bei laufenden Kannen

G-3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zur Einstufung von Melkständen hinsichtlich der Lärmbelastung gibt es mehrere Veröffentlichungen, unter anderem in der TOP AGRAR (BEHREND 2003). Die dort dargestellten Belastungsklassen sind in Tabelle G/1 dargestellt.

Tabelle G 1: Belastungsklassen für Lärm in Melkständen (nach BEHREND 2003)

Belastungsklasse	Top agrar	Untersuchungsbetrieb
leise / sehr gut	< 65 dB	Betrieb 4 und 5
erträglich / gut	65 – 70 dB	Betrieb 2
laut / mäßig	> 70 dB	Betrieb 1
ungenügend		

Nur Betrieb 1 ist als „laut“ einzustufen. Ursache hierfür ist nur zu einem geringen Teil das direkt angrenzende Milchhaus, in dem sich auch der Maschinenraum befindet. Durch Einsatz einer Wasserringpumpe ist das Motorengeräusch am Melkstand kaum hörbar. Vielmehr entsteht fast während der gesamten Melkzeit (Morgenmelkzeit) ein erhöhter Geräuschpegel durch das Schieben der Melkzeuge in den Schienen (Easyline), das Zischen undichter Schlauchanschlüsse, das Umtreiben einzelner Tiere, Tierbehandlungen, Gesprächen von den bis zu 4 Melkern im Melkstand und die mit der hohen Personenzahl einhergehenden Unruhe. Für die Abendmelkzeit, bei der meist nur eine Person im Melkstand arbeitet, liegen keine Messwerte vor. Subjektiv kann der Geräuschpegel während der Abendmelkzeit als erheblich geringer eingeschätzt werden.

Leider ist nicht ausreichend bekannt, inwieweit die für den Menschen entwickelten Richtwerte für Lärm auch für die Kuh gelten. NOSAL und BILGERY (2004) geben anhand erster Untersuchungen zu dieser Thematik einen Richtwert von < 70 dB (A) an.

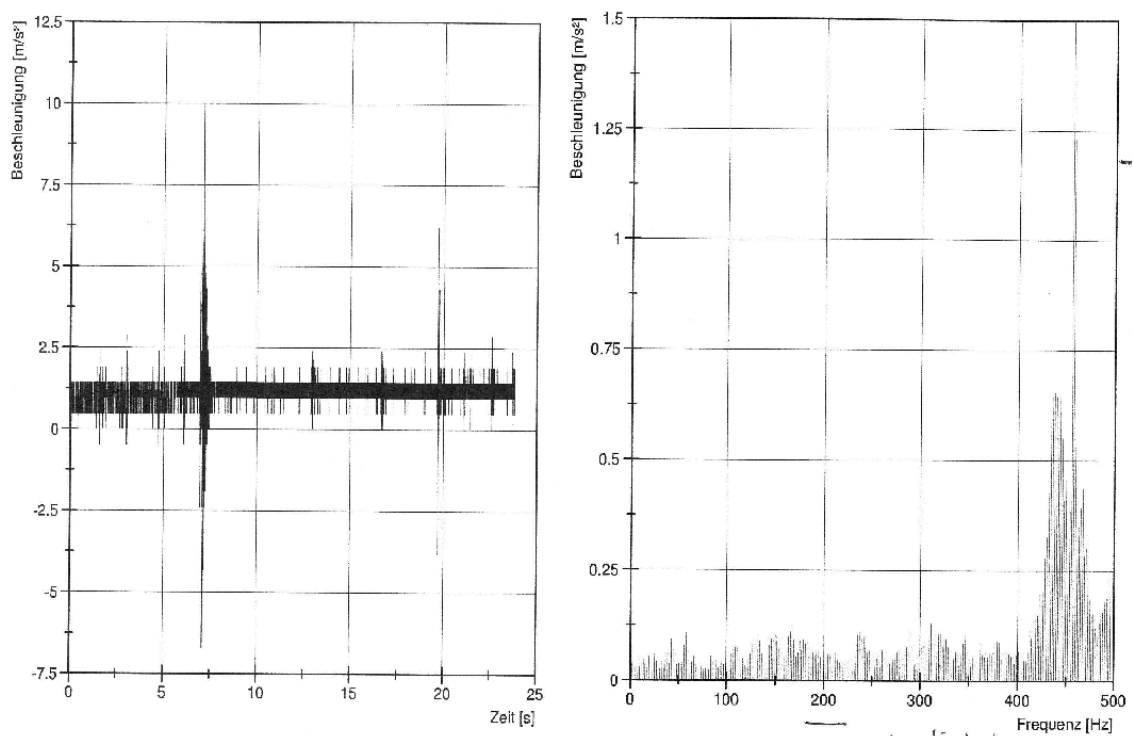
G-4 Vibrationsmessungen

Die Vibrationsmessung erfolgte mit dem mobilen Frequenzanalysator 2260 von BRUEL & KJAER. Es wurde dabei die Beschleunigung in m/s^2 sowohl über die Messzeit als auch nach Einzelfrequenz ausgewertet. Ein Beispiel für das Ergebnis einer Messung ist in Abbildung G/2 dargestellt.

Messpunkte:

- Betrieb 1: 1. Erster Melkplatz, Seitengitter, Sonde vertikal auf waagrechtem Stahlrohr
 2. Erster Melkplatz, Seitengitter, Sonde horizontal auf waagrechtem Stahlrohr
- Betrieb 2: 1. Absperrung zum Melkflur, Höhe Euteransatz, Sonde vertikal auf waagrechtem Stahlrohr
 2. Kotblech zum Melkflur, Sonde horizontal auf Blech

In den Betrieben 4 und 5 wurde keine Vibrationsmessung durchgeführt, da dort keinerlei Verbindung zwischen Fressgitterteilen und Vibrationen erzeugenden Maschinen bestehen (Kannenmelkanlage).



**Abbildung G 2: Beispiel für das Ergebnis einer Vibrationsmessung
(Betrieb 2, Messpunkt 1)**

Ergebnisse:

Die bei den Messungen eingesetzte Sonde war zwar genau genug für die geplante Messung, allerdings lag die Eigenschwingung der Messtechnik (Rauschen) bei $0,5 \text{ m/s}^2$. Somit konnten Vibrationen erst ab $0,5 \text{ m/s}^2$ erfasst werden und nicht schon ab der für Kühe empfohlenen Obergrenze von $0,3 \text{ m/s}^2$ (NOSAL und BILGERY (2004)).

In Betrieb 1 werden nur dann Beschleunigungen von mehr als $0,5 \text{ m/s}^2$ gemessen, wenn Melker oder Tiere direkt gegen die Metallteile stoßen. Es sind keine durch Pumpen oder Pulsatoren verursachte permanente Eigenschwingungen der Metallteile messbar. Starke Vibrationen ($>0,5 \text{ m/s}^2$) als Ursache für eine erhöhte Belastung der Kuh während des Melkprozesses kann somit ausgeschlossen werden.

In Betrieb 2 wurden deutlich häufiger Werte über $0,5 \text{ m/s}^2$ gemessen, wobei verstärkt Schwingungen im Frequenzbereich $450 - 500 \text{ Hz}$ auftraten. Vibrationsquellen sind hier ebenfalls die Tiere selbst, die an Kotbleche und Verstrebungen anstoßen, aber auch die Pulsatoren, die Melkstandtore und die Melker. Eine permanent wirkende technische Ursache (z.B. Zellenverdichter) kann ausgeschlossen werden, da die stärkeren Vibrationen zeitlich ungleichmäßig verteilt auftreten.

Anhang H: Zuordnungsbeispiel für die Ermittlung des Ranges

1. Schritt: Anhand der Videoaufnahmen werden über mindestens zwei Tage bei unveränderter Gruppenzusammensetzung die Interaktionen jedes Tieres mit seinen Gruppengefährten ausgezählt. Erfasst werden die Interaktionen „attackiert selbst“ und „wird attackiert“.
2. Schritt: Für jedes Tier werden die Rangbeziehungen zu den Gruppengefährten ermittelt. Dabei gilt ein Tier als rangniedriger, wenn es vom Interaktionspartner attackiert wird. Als gleichrangig gelten Tiere, wenn die Interaktionen „attackiert selbst“ und „wird attackiert“ in annähernd gleichem Umfang auftreten.

Beispiel für die Interaktionen eines ranghohen Tieres:

wird attackiert von (Nummern):

untersuchtes Tier (Nummer): **39**

attackiert Tiere (Nummern): 30, 28, 38, 37, 46, 33, 45, 47, 41, 31, 36

Beispiel für die Interaktionen eines mittlerrangigen Tieres:

wird attackiert von (Nummern): 45, 33, 31, 27, 39, 29, 43, 38

untersuchtes Tier (Nummer): **28** gleichrangig: 41, 34

attackiert Tiere (Nummern): 40, 42, 46

3. Schritt: Anhand der Einzelbeziehungen werden die Hierarchieebenen der gesamten Gruppe ermittelt (siehe Abbildung H/1)

Der Dominanzindex nach SAMBRAUS wurde nicht genutzt, weil er zu unkorrekten Einstufungen von Tieren führte. Der Grund hierfür war, dass trotz langer Beobachtungszeit nicht für jedes Tier Interaktionen mit jedem Gruppengefährten vorlagen. Das betrifft z.B. rangniedere Tiere, die gut auszuweichen wissen, und führt dazu, dass für diese Tiere relativ wenige Attacken durch ranghöhere Tiere verzeichnet werden. Hat man 2 dominante und 2 submissive Beziehungen zu Gruppengefährten eindeutig geklärt, erhält man den Dominanzindex 0,5. Das Tier wird also nach Dominanzindex als mittlerrangig eingestuft.

Betrachtet man jedoch die Hierarchiestufen der Interaktionspartner und es bestehen dominante Beziehungen ausschließlich zu den rangniedrigsten Tieren der Gruppe und submissive Beziehungen zu mittel bis niederrangigen Tieren, so ist das untersuchte Tier als niederrangig einzuordnen.

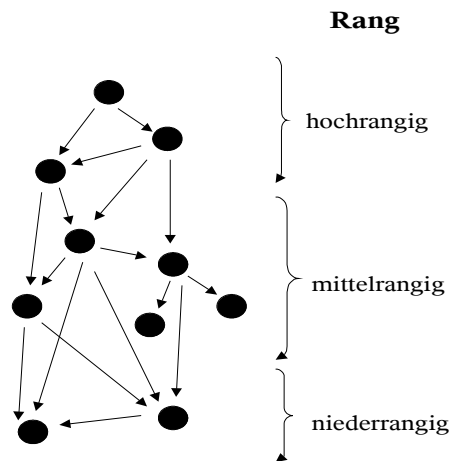
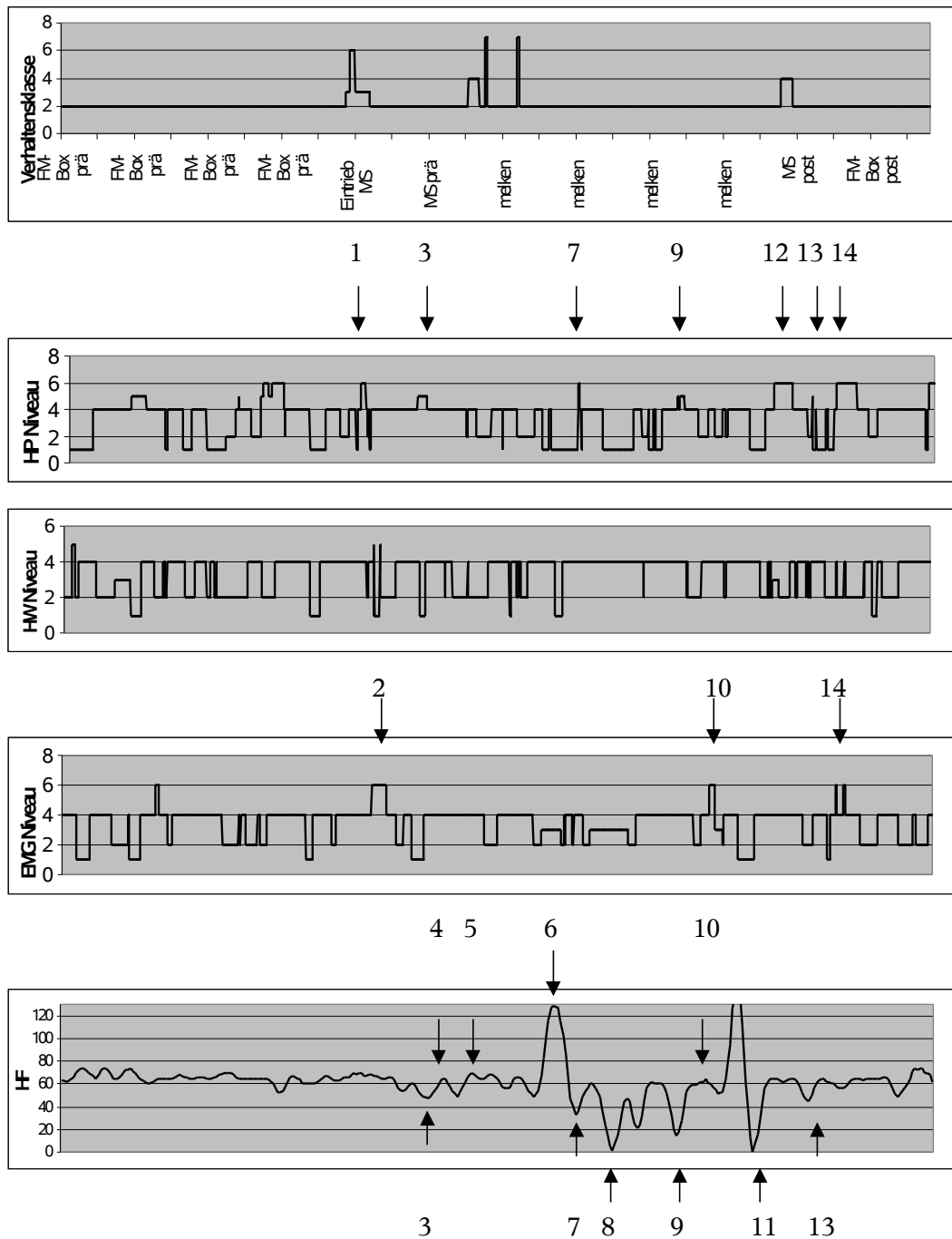


Abbildung H 1: Zuordnungsbeispiel für den Rang eines Tieres

Anhang I: Beispiel für die Auswirkung von Ereignissen im Umfeld des Tieres auf die Messparameter

Kuh 1110, 1. Melkzeit



Kuh 1110, 1. Melkzeit

- 1 beim Eintrieb grundlos starke Stockschläge
- 2 im Freßgitter, trösten
- 3 Easyline (Melkzeuge werden laut rasselnd vor Kopf vorbeigeschoben)
- 4 Eutervorbereitung
- 5 Melkzeug ansetzen (zischt)
steht dann unruhig, kein Milchfluß, schlägt Melkzeug ab, Zitzen dick und blau => Massage
- 6 Melkzeug erneut ansetzen
- 7 Milchfluß setzt ein (kurz)
- 8 Milchfluß setzt aus, melkt blind
Euter- und Vaginamassage
- 9 Melkzeug abnehmen, brutaler Rektaleingriff, Melkzeug ansetzen
- 10 Milchfluß setzt ein
- 11 Milchfluß setzt aus, melkt blind
- 12 Melkzeug ab und Kanne abbauen (Melker steht dabei an Kuh), dann Halsband umlegen
- 13 aus Fressgitter treiben (Schreck)
- 14 in Frischmelkerbox angekommen

StallNr	MelkNr	ermMilch1	Euter1	Behandlung	ermMilch2	Euter2	MESMZ
1110	1	0,5	2	Eingriff	0,5	2	ja
1110	2	0	2	Eingriff	5	1	ja
1110	3	2					vielleicht
1110	4	8	1				nein

Danksagung

Hiermit möchte ich mich ganz herzlich bei allen bedanken, die diese Arbeit möglich gemacht und mich dabei unterstützt haben.

Besonders herzlich danke ich Frau Prof. Dr. Geidel von der HTW Dresden, die mir das Thema überließ und mich während der Bearbeitung intensiv fachlich betreute. Ebenso geht ein Dankeschön an die Humboldt-Universität zu Herrn Prof. Dr. Dr. Kaufmann für wertvolle fachliche Kritik und organisatorische Betreuung.

Aufgrund eines Stipendiums, das die Hochschule für Technik und Wirtschaft bereitstellte, war es möglich, die Untersuchungen in relativ kurzer Zeit durchzuführen. Auch dafür vielen Dank.

Der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, und dort besonders Herrn Dr. Bergfeld und Herrn Dr. Pache, einen großen Dank für die Hilfe bei der Finanzierung, ohne die dieses Projekt nicht zu realisieren gewesen wäre, der Bereitstellung der Videotechnik und der Unterstützung bei den genetischen Berechnungen.

Herrn Dr. Balzer danke ich für seine Bereitschaft, mich in seine Messmethodik einzuweisen, für anregende Diskussionen, neue Sichtweisen und für das Überlassen des Messgerätes.

Für die Unterstützung bei der technischen Überprüfung der Melkstände geht mein Dank an Herrn Dr. Rudovsky und Herrn Köhler.

Wertvolle Kritik und Denkanstöße verdanke ich Herrn Prof. Tröger, den Mitgliedern des wissenschaftlichen Beirates der WGM und den Teilnehmern der alljährlichen Doktorandenseminare in Berlin.

Ein weiteres Dankeschön geht an die Mitarbeiter der Untersuchungsbetriebe für die Ausdauer, mit der sie meine Daten sammeln halfen, und hier insbesondere an die Betriebe 1 und 2, in denen ich fast zwei Jahre lang Dauergast sein durfte.

Vor allem bin ich allen, die den Hauptteil der täglichen Kleinarbeit mitgetragen haben und mir dabei mit Rat und Hilfe zur Seite standen, sehr dankbar: Frau Dr. Graff, den Mitarbeitern des Fachbereiches Landbau / Landespflege an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH) und meiner Familie.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, die vorliegende Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben.

Katrin Heidig

Dresden, d. 20.01.07